



Tatiana Filipa Alves Pereira

Licenciatura em Química Aplicada

**Novas Estratégias de Redução dos Teores
de Sal nos Produtos da Pesca e
Aquacultura**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientadora: Helena Isabel Costa de Oliveira, Investigadora Doutorada
CIIMAR, Universidade do Porto

Co-orientadora: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora Auxiliar,
FCT/UNL

Presidente: Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando

Arguente: Prof. Doutora Ana Luísa Marques Paixão de Carvalho Maulvault

Vogal: Prof. Doutora Helena Isabel Costa de Oliveira



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Novembro 2020



Tatiana Filipa Alves Pereira

Licenciatura em Química Aplicada

Novas Estratégias de Redução dos Teores de Sal nos Produtos da Pesca e Aquacultura

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientadora: Helena Isabel Costa de Oliveira, Investigadora Doutorada
CIIMAR, Universidade do Porto

Co-orientadora: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora Auxiliar,
FCT/UNL

Maria Leonor Martins Braz de Almeida Nunes,
Investigadora Principal, CIIMAR, Universidade do Porto

Presidente: Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando

Arguente: Prof. Doutora Ana Luísa Marques Paixão de Carvalho Maulvault

Vogal: Prof. Doutora Helena Isabel Costa de Oliveira

Novas Estratégias de Redução dos Teores de Sal nos Produtos da Pesca e Aquacultura

Copyright © Tatiana Filipa Alves Pereira, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, onde vivi momentos únicos, por contribuir para o meu crescimento e desenvolvimento académico e pessoal. Para sempre será uma segunda casa para mim, na qual foram-me transmitidos valores que pretendo levar para o futuro.

Ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera pela oportunidade de poder colaborar convosco nesta fase final do meu mestrado. Desde o primeiro dia que todos os colegas envolvidos me receberam de braços abertos. Um especial obrigado à Helena Oliveira por todo o acompanhamento, apoio e empenho ao longo da realização deste projeto. Agradeço também à Doutora Leonor por toda a ajuda e paciência a desenvolver o plano desta dissertação. Mesmo em tempos de adaptação e mudanças no mundo, ambas se mostraram sempre disponíveis e com espírito para prosseguir com a concretização desta dissertação.

Quero agradecer à Professora Paula Duarte por todo o aconselhamento dado não só durante o mestrado, mas também na realização deste trabalho.

Um obrigada é pouco aos meus grandes colegas de mestrado e também amigos, João Paulo e Patrícia Tavanez, que foram indispensáveis ao longos destes 2 anos. Agradeço imenso por todo o apoio, ajuda e motivação que me deram, mesmo nos tempos mais difíceis. Jamais esquecerei do bom trabalho que este trio fazia junto. Agradeço também aos meus amigos, Carolina Isabel, Rita Jesus e Elisa Cabral por todo o apoio que sempre me deram.

Além disso, um agradecimento a uma pessoa muito especial para mim, ao Filipe Santos, por todo o auxílio, paciência, risadas, momentos de descontração e pausas de trabalho para comer (bolinhos de canela), essenciais para não desmotivar nos períodos mais difíceis. A sua presença e personalidade única tornou-se crucial em vários momentos deste projeto.

Por fim, quero agradecer à família por todo o apoio e esforços que fizeram por mim, para que eu pudesse realizar este mestrado.

Resumo

Evidências científicas indicam que uma elevada ingestão de sódio (Na) aumenta a pressão arterial e, consequentemente, o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares na população. Em muitos países, a ingestão média diária de Na é superior a 2 g (5 g de cloreto de sódio, NaCl), que é o nível máximo recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

A maior parte do Na é consumido através do sal (na forma de NaCl), que nas dietas ocidentais é obtido principalmente através de alimentos processados. A União Europeia (UE) através de Iniciativas Nacionais de Sal listou 12 categorias de alimentos para os quais foram propostas reformulações, incluindo os produtos à base de pescado. Embora o pescado não esteja entre as principais fontes de Na, existem produtos à base de pescado, economicamente relevantes no mercado europeu que podem conter níveis elevados de NaCl.

No sentido de contribuir para uma alimentação saudável e para o alcance das metas e planos implementados é necessário desenvolver produtos processados à base de pescado com teores reduzidos de Na. Assim, o objetivo desta dissertação foi, não só demonstrar a importância do consumo de pescado, como também analisar a ingestão de Na / NaCl associada a este tipo de produtos alimentares. Para tal, foram descritos processos de salga aplicados aos produtos à base de pescado, possíveis soluções para diminuir os seus teores salinos, como também se realizou uma pesquisa online de produtos processados da pesca disponíveis ao consumidor, em Portugal.

Concluiu-se que atualmente ainda não há, nos mercados portugueses, uma grande diversidade de produtos processados à base de pescado reduzidos em sal, sendo necessário um investimento mais acentuado por parte da indústria alimentar no aumento da sua disponibilidade. Além disso, é necessário reforçar as estratégias de sensibilização ao consumidor relativamente aos problemas associados à ingestão em excesso de sal.

Palavras Chave: Sal (NaCl), Alimentação saudável, Pescado, Salga, Redução de Na, Produtos da pesca processados.

Abstract

Scientific evidence indicates that a high sodium (Na) intake increases the blood pressure and consequently the risk of cardiovascular diseases in the population. In many countries of the world, the average daily Na intake is greater than 2 g (5 g of sodium chloride, NaCl), which corresponds to the maximum level recommended by the World Health Organization (WHO).

Most of the Na is consumed through salt (in the form of NaCl), which in Western diets is obtained mainly from processed foods. The European Union (EU) through National Salt Initiatives has listed 12 important food categories for which reformulation activities were proposed, including seafood-based products. Although seafood is not among the main sources of Na in the diet, there are economically relevant products on the European market which can contain high levels of NaCl.

In order to contribute to a healthy diet and to achieve the goals and plans implemented it is necessary to develop processed seafood-based products with reduced Na levels. Thus, the objective of this master's thesis was not only to demonstrate the importance of seafood consumption, but also to analyse the Na / NaCl intake associated with this type of food products. This way, here are described different salting processes applied to seafood-based products, possible solutions to reduce their salt content, as well as an online search for seafood-based products available to the consumer in Portugal.

It was concluded that nowadays, there is still no great diversity of processed seafood products with low salt in the Portuguese markets, being necessary a greater investment by the food industry to increase their availability. Besides that, there is a urgent need to reinforce consumer awareness strategies regarding the problems associated with excessive salt intake.

Keywords: Salt (NaCl), Healthy eating, Seafood, Salting, Na reduction techniques, Processed seafood products.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Importância do pescado como alimento	1
1.2 Consumo de pescado a nível mundial e nacional	3
2. Benefícios/Riscos do consumo de sal na saúde	7
3. O uso de sal na indústria alimentar	9
3.1 Tipos de sal e composição	9
3.2 Funções do sal	10
4. Sal na indústria de processamento de pescado	11
4.1 Processos de salga do pescado	12
4.1.1 Salga seca	13
4.1.2 Salga em salmoura	14
4.1.3 Salga mista	18
4.1.4 Salga por impregnação sob vácuo	18
4.1.5 Salga por injeção	19
4.2 Fatores que influenciam a salga do pescado	20
4.3 Estabilidade do pescado salgado durante a armazenagem	21
5. Técnicas de redução de sal nos produtos à base de pescado	22
5.1 Reformulação	23
5.2 Uso de outros sais	25
5.3 Uso de intensificadores de sabor	28
5.4 Adição de outros ingredientes	31
5.5 Recurso a novos processos tecnológicos	33
6. Produtos salgados à base de pescado e sua importância económica	35
7. Legislação nacional e regulamentação europeia aplicada ao pescado	45
8. Conclusões / Investigação futura	50
9. Referências bibliográficas	51

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Principais ácidos gordos polinsaturados (PUFAs) presentes no pescado. Adaptado de ¹⁸ .	2
Figura 1.2 - Produção global de pescado (captura e setor aquícola) entre 1950 e 2018. Adaptado de ⁹ .	4
Figura 1.3 - Produção global de pescado para consumo humano desde 1958 até 2018. Adaptado de ⁹ .	5
Figura 1.4 – Distribuição das capturas mundiais de pescado e produção de aquacultura por todos os continentes, em 2018. Adaptado de ⁹ .	6
Figura 2.1 - Evolução da percentagem de óbitos pelas principais causas de morte em Portugal (%). Gráfico obtido de ⁴⁸ .	8
Figura 4.1 - Mecanismo de transferência dos fluxos de massas durante o processo de salga, entre o sal e o produto alimentar (pescado). Adaptado de ⁶¹ .	12
Figura 4.2 - Salga seca do bacalhau (<i>Gadus morhua</i>). Fotografias do Clube Vinhos Portugueses (esquerda) e da Dra. Maria Leonor Nunes (direita).	14
Figura 4.3 - Fluxograma do processo de salga do bacalhau. Adaptado de ⁶⁵ .	15
Figura 4.4 - Salga em Salmoura do bacalhau (<i>Gadus morhua</i>). Fotografia de Maria Leonor Nunes.	16
Figura 5.1 - Estruturas químicas e respetivas percentagens de Na dos sais de glutamato utilizados como intensificadores de sabor na indústria alimentar. Adaptado de ¹⁰¹ .	29
Figura 5.2 - Faixa de frequência das ondas sonoras. Adaptado de ¹¹⁷ .	34
Figura 6.1 - Conserva de atum em azeite com baixo teor em sal da marca Ramirez ¹³¹ .	38
Figura 6.2 - Bacalhau salgado seco disponível nos supermercados portugueses ¹²⁸ .	40
Figura 6.3 - Embalagens de salmão fumado com baixo teor de sal (produtos apresentados na tabela 6.3). Adaptado de ¹²⁸ .	42
Figura 7.1 - Esquema referente aos objetivos estratégicos implementados em Portugal e respetivas áreas prioritárias. Adaptado de ¹³⁸ .	47

Índice de Tabelas

Tabela 6.1: Quantidade de sal presente em amostras de conservas de pescado disponíveis no mercado. Adaptado de ¹²⁷	36
Tabela 6.2: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por atum. Adaptado de ^{128,129}	37
Tabela 6.3: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por bacalhau. Adaptado de ^{128,129}	39
Tabela 6.4: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por salmão. Adaptado de ^{128,129}	41
Tabela 6.5: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por cavala. Adaptado de ^{128,129}	43
Tabela 6.6: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por sardinha. Adaptado de ^{128,129}	44
Tabela 7.1: Descrição dos 4 eixos estratégicos da EIPAS.....	48

Lista de Abreviaturas

2,4-DHBA:	2,4 - Ácido hidroxibenzóico
AMP:	Adenosina-5'-monofosfato
aw:	Atividade da água
BFT:	Bioflocos
DCNT:	Doenças crónicas não transmissíveis
DCV:	Doenças Cardiovasculares
DGS:	Direção-Geral da Saúde
DHA:	Ácido docosahexaenóico
DNA:	Ácido desoxirribonucleico
EIPAS:	Estratégia Integrada para a Promoção da Alimentação Saudável
EPA:	Ácido eicosapentaenóico
ESAN:	Rede Europeia de Ação para o Sal
FAO:	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FDA:	Administração de Alimentos e Medicamentos
GMP:	Monofosfato de guanosina
HPP:	Processamento de Alta Pressão
HPU:	Tecnologia Ultrassom
HR:	Humidade relativa
HVP:	Proteína Vegetal Hidrolisada
IMP:	Monofosfato de inosina
MSG:	Glutamato Monossódico
MTGase:	Transglutaminase microbiana
OCDE:	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS:	Organização Mundial de Saúde
ONU:	Organização das Nações Unidas
PNPAS:	Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável
PPVI:	Impregnação a Vácuo Pulsado Periódico
PUFAs:	Ácidos gordos polinsaturados
PVI:	Impregnação a Vácuo Pulsado
RAS:	Sistemas de Recirculação de Água
UE:	União Europeia
VI:	Impregnação a Vácuo
WHC:	Capacidade de retenção da água
WHO:	<i>World Health Organization</i>

1. Introdução

1.1 Importância do pescado como alimento

Ao longo dos últimos séculos o consumo mundial de pescado, em especial de peixe, tem vindo a aumentar não só devido à sua maior disponibilidade, mas também aos demonstrados benefícios para a saúde e bem-estar, que estão associados ao seu elevado valor nutricional. O termo pescado engloba todas as espécies que servem de alimento para o Homem capturadas nos oceanos (água salgada) ou nas águas interiores (água doce), bem como provenientes da aquacultura. Este termo geral mencionado ao longo desta dissertação engloba três grandes grupos: peixes, crustáceos e moluscos^{1,2}.

A importância do pescado na alimentação humana deve-se sobretudo ao facto de se tratar de uma fonte de energia relevante que contém nutrientes como vitaminas, minerais, gorduras e proteínas de elevada qualidade. Como tal, e devido aos estudos efetuados, está comprovado que a incorporação de pescado nos hábitos alimentares é benéfica para a saúde, sendo aconselhada pela comunidade científica a ingestão de cerca de 85 g por dia³. A *American Heart Association* recomenda também a ingestão de peixes gordos (ex.: cavala, sardinha), duas a três vezes por semana, para ajudar a prevenir doenças cardiovasculares (DCV)⁴. Para além disso, segundo a roda dos alimentos devemos ingerir aproximadamente 1,5-4,5 porções diárias de proteína, obtidas através de carnes brancas e pescado⁴.

O pescado é, portanto, um alimento saudável devido ao seu alto valor biológico e uma das principais fontes de proteína de fácil digestão. O seu consumo contribui com, pelo menos, cerca de 20% da proteína ingerida por 1/3 da população mundial. Na sua constituição estão presentes todos os aminoácidos essenciais, como a lisina e a isoleucina. Além disso, estão também presentes, em grande percentagem, aminoácidos livres (ex.: histidina e taurina). Os péptidos presentes nesta proteína animal possuem compostos bioativos importantes com propriedades antioxidantes e antibacterianas. É também devido aos seus elevados teores proteicos que o pescado pode ser visto como uma alternativa ao consumo de carne, em especial nos países pobres ou em desenvolvimento^{1,5-9}.

Por outro lado, os produtos da pesca e aquacultura são também uma excelente fonte de outros nutrientes importantes como as vitaminas lipossolúveis A e D. Estas são indispensáveis não só para a regulação do metabolismo do cálcio (Ca) e do fósforo (P), como também para a saúde dermatológica e visual. É conhecido que estas vitaminas podem ser encontradas em elevadas concentrações no fígado de algumas espécies como o bacalhau. Outras vitaminas que podemos encontrar em produtos da pesca são as vitaminas do complexo B, em especial a vitamina B12 que é essencial na regulação do sistema nervoso, no metabolismo de ácidos nucleicos e aminoácidos e na eritropoiese, entre outros processos do organismo⁸.

Os sais minerais, em particular o iodo (I), potássio (K), P, selénio (Se), Ca, zinco (Zn) e o ferro (Fe) são outros constituintes presentes no pescado com especial relevância. O iodo é um oligoelemento de importância para o bom funcionamento da tiróide. A função do K no organismo está relacionada não só com contração e função cardíaca, como também com a manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico.

O fósforo é essencial para o metabolismo energético e ósseo, assim como, no funcionamento da membrana celular e na estrutura dos ácidos nucleicos. Em relação ao selênio, o peixe é uma das poucas fontes naturais deste mineral, estando muito presente em espécies como o carapau, o atum e o peixe-espada. Este microelemento, por sua vez, é importante para o organismo humano devido à sua ação antioxidante e contribuição na manutenção da imunocompetência. O cálcio é outro mineral presente no pescado, nomeadamente nas espinhas de peixe que quando ingeridas (ex.: através de peixes pequenos ou conservas) são benéficas na mineralização óssea e dos dentes, na secreção hormonal, na coagulação do sangue, na condução de impulsos nervosos, entre outros ^{8,10}. Outro microelemento importante na nutrição humana é o Zn pois participa em várias reações do metabolismo celular (de proteínas, lípidos e carboidratos), em processos fisiológicos (ex.: transcrição genética), no sistema hormonal, etc. A sardinha e o carapau são espécies que possuem elevados níveis de Zn ^{8,11}. O Fe é um mineral vital na homeostase celular e é essencial para o transporte de oxigénio, metabolismo energético e replicação do ácido desoxirribonucleico (DNA). O seu défice provocará consequências no organismo como, por exemplo, anemia ¹².

O pescado também é uma fonte rica de ácidos gordos polinsaturados (PUFAs). O ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) são alguns exemplos. Estes dois ácidos gordos fazem parte da família dos ómega-3, sendo muito importantes para o ser humano, não só na promoção do bom funcionamento do sistema cardiovascular e neurológico, como também na diminuição das concentrações de triglicéridos no sangue ¹³⁻¹⁵. A Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) recomendada a ingestão diária de aproximadamente 2 g a 4 g destes ácidos gordos polinsaturados ¹⁶. Além disso, o seu consumo durante a gravidez pode contribuir para o bom desenvolvimento do sistema nervoso, como também pode evitar futuros problemas respiratórios no feto ¹⁷. Na figura 1.1, podemos observar a estrutura química dos ácidos gordos ómega-3 de cadeia longa existentes no pescado ¹⁸.

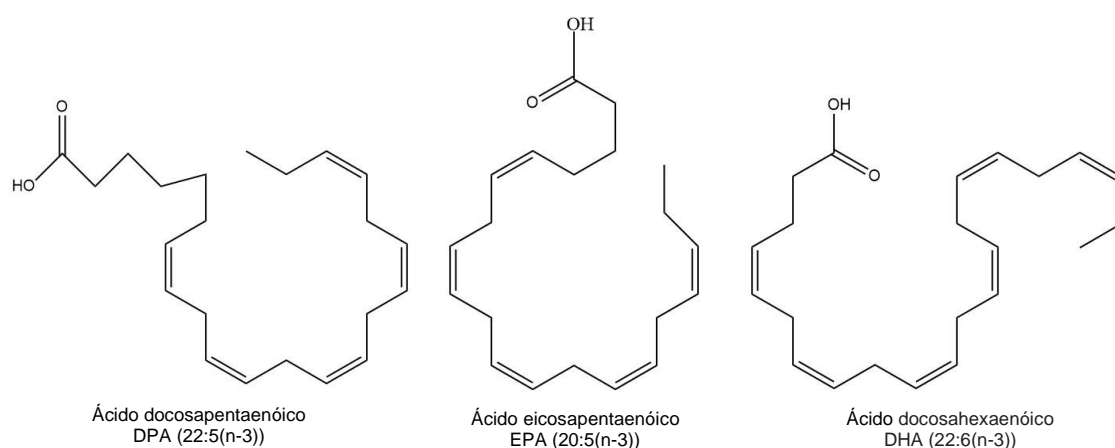


Figura 1.1 - Principais ácidos gordos polinsaturados (PUFAs) presentes no pescado. Adaptado de ¹⁸.

Para além do pescado ser uma fonte alimentar de baixo índice calórico, o seu consumo é essencial para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares como, por exemplo, trombose e arritmia. O consumo de peixe bem como de óleo de peixe pode também contribuir para a prevenção da doença de alzheimer e, de uma forma geral, para a diminuição da taxa de mortalidade. Contudo, as concentrações dos componentes nutricionais mencionados em cima variam consoante a espécie marinha ^{7,13,14,17,19-21}. Desta forma, o pescado é visto como um alimento funcional, acessível, benéfico e saudável para o ser humano ^{5,22}.

1.2 Consumo de pescado a nível mundial e nacional

Nos últimos séculos o consumo global de pescado cresceu exponencialmente e prevê-se a sua continuação no futuro ⁹. Este acréscimo global não só tem sido impulsionado pelo aumento da população mundial e pelo conhecimento do seu valor nutricional, como também pela expansão da produção global de pescado através da aquacultura ²³.

A biodiversidade de pescado tem permitido a existência de diferentes valores de mercado mundial e nacional, uns mais acessíveis do que outros, dependendo não só da espécie capturada, como também da sua quantidade e qualidade. Desta maneira, o seu consumo tem sido acessível a todas as classes sociais e, assim, contribuído para a diminuição da desnutrição, principalmente em países pouco desenvolvidos ^{9,19}. Contudo, hoje em dia existe uma excessiva captura (sobrepesca) desta fonte alimentar, sobretudo consequência do aumento populacional nos últimos anos, o que compromete as necessidades alimentares atuais. Como tal, determinadas espécies estão em vias de extinção, o que tem provocado severos impactos ambientais ²³⁻²⁵.

A aquacultura consiste na criação de espécies marinhas em cativeiro, tendo surgido com o principal objetivo de responder às necessidades alimentares da população e, também, de evitar a sobrepesca, ou seja, tornar a pesca mais sustentável. Através desta prática pretende-se então promover a diminuição da captura de pescado, não excedendo os seus limites, assim como, dos seus impactos ambientais associados. Ao longo dos últimos 50 anos, a amplificação deste setor alimentar originou a produção aproximada de 30 milhões de toneladas de plantas aquáticas, 80 milhões de toneladas de peixe e ainda 38 mil toneladas de produtos não alimentares. Atualmente, a aquacultura assegura cerca de metade da produção global de pescado, principalmente em países costeiros, tratando-se de um dos setores da indústria alimentar em constante expansão ^{2,23,24,26}. Deste modo, é possível contribuir, de uma forma relevante, no combate à desnutrição e fome em todo o mundo ^{9,19}. Para além destas vantagens, a aquacultura proporcionou a expansão do consumo de pescado em regiões interiores e urbanas que não possuem, tipicamente, o hábito de consumir este tipo de produtos alimentares ^{9,27}. As principais espécies aquícolas consumidas na UE são o salmão, o mexilhão, a truta, a dourada e o robalo ²⁸.

Apesar da produção aquícola possuir diversas vantagens, com o seu desenvolvimento e abundante produção, também têm sido mencionadas algumas desvantagens. Os resultados de vários estudos relacionados com a produção de pescado em cativeiro mostram que atualmente o consumidor prefere a compra de espécies selvagens às de aquacultura. Os impactos ambientais negativos têm sido

apontados como um dos motivos para esta preferência como, por exemplo, a acentuada quantidade de resíduos dissolvidos e sólidos formados pelos diversos processos envolvidos neste setor aquícola. Estes resíduos podem estar relacionados com a utilização de produtos químicos, o tipo de alimentação e suplementos alimentares, entre outros ^{24,26}. Hoje em dia existem algumas soluções que contribuem para a minimização deste risco ambiental como a implementação de sistemas de Recirculação de Água (RAS) e de Bioflocos (BFT). No entanto, este tipo de métodos poderá causar o aumento do valor económico do produto alimentar envolvido ²⁴. Contudo, existem outros fatores que proporcionam o aumento do preço do produto alimentar, tais como a espécie marinha em causa, a sua qualidade e a preferência do consumidor ²⁸.

Segundo os dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apresentados na figura 1.2, entre 1950 e 2018, a produção global de pescado (captura e setor aquícola) subiu de 19 para 179 milhões de toneladas, das quais 156 milhões de toneladas corresponderam somente ao consumo humano e a uma estimativa anual de 20,5 kg *per capita*. A aquacultura representou cerca de 46% da produção global de pescado, produzindo 82,1 milhões de toneladas, em que 52% deste valor foi destinado a consumo humano. No geral, desde 2016 que a aquacultura é um grande contributo para consumo humano ⁹.

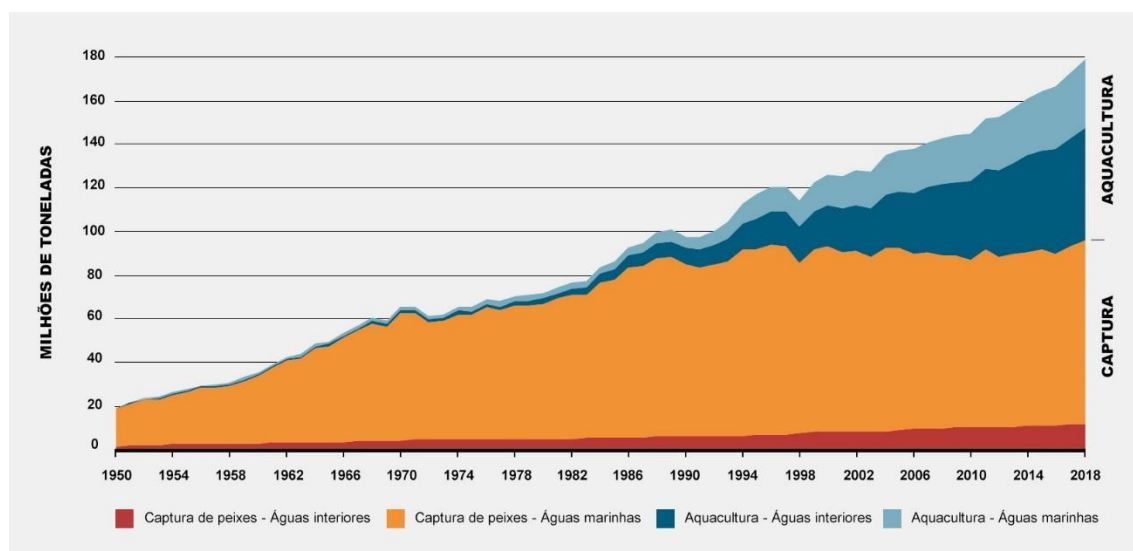


Figura 1.2 - Produção global de pescado (captura e setor aquícola) entre 1950 e 2018. Adaptado de ⁹.

Através da figura 1.3 é possível verificar a forma como o setor aquícola foi correspondendo às necessidades alimentares nos últimos anos e como tem vindo a assegurar o consumo de pescado a nível mundial ⁹.

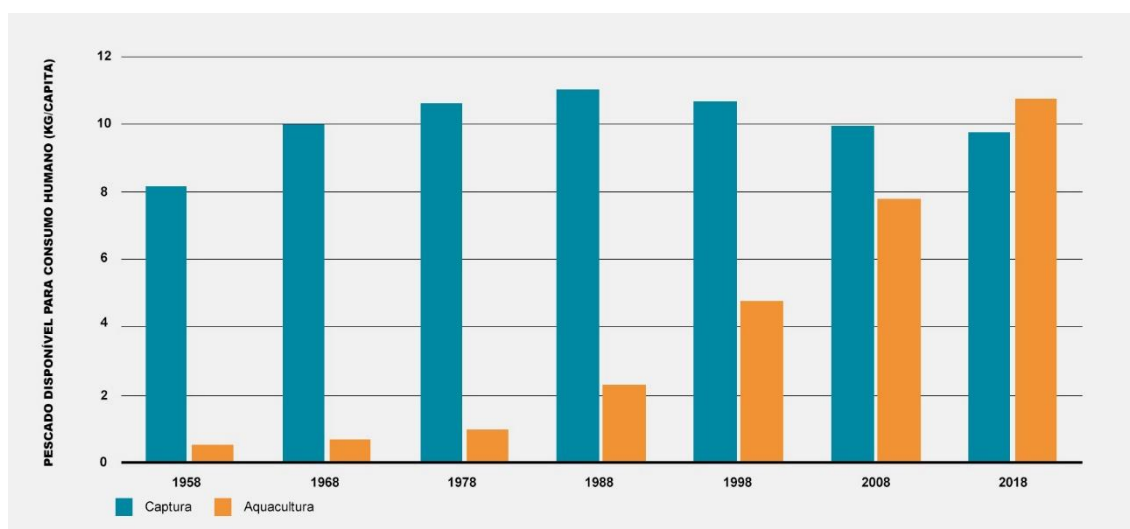


Figura 1.3 - Produção global de pescado para consumo humano desde 1958 até 2018. Adaptado de ⁹.

Numa perspetiva futura, conforme o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e da FAO, até 2027, tanto através da aquacultura como da pesca, estima-se que continuará a haver um aumento global da produção desta área alimentar, para cerca de 195 milhões de toneladas (em que pelo menos 30% será proveniente da aquacultura) ².

Atualmente, na indústria alimentar o setor do pescado é o quinto maior a nível mundial devido às suas capturas e importações globais (cerca de 40%). A Noruega contribui exclusivamente com cerca de 23% destas importações ^{23,27,29,30}. Alguns exemplos de espécies marinhas mais importadas na UE são: o salmão, o atum, o bacalhau e o camarão ²⁸.

A nível nacional, de 2018 para 2019, Portugal teve um aumento da sua produção global de pescado. Neste período, o total de capturas da frota portuguesa foi de 188 537 toneladas, o que causou um acréscimo de 6,1% na produção de pescado em comparação com os valores de 2018. Em relação à produção aquícola nacional, de 2017 para 2018, houve um aumento de 11,5%, tendo sido produzidas cerca de 13 992 toneladas de pescado ³¹.

Em relação ao consumo mundial de pescado por pessoa, entre 1961 e 2018, verificou-se um aumento de 9,0 kg para cerca de 20,5 kg, o que equivale aproximadamente a 1,5% por cada ano. O pescado tornou-se numa das principais fontes proteicas de origem animal para a população humana, representando a sua ingestão média cerca de 20% *per capita* da proteína animal consumida ⁹.

Nos países desenvolvidos a ingestão de pescado foi aumentando entre 1961 até 2007, com um acréscimo de 17,4 kg para 26,4 kg *per capita*. Posteriormente, a partir de 2007, observou-se um decréscimo gradual para 24,4 kg até 2017. Em relação aos países em desenvolvimento, entre 1961 e 2017, houve um aumento exponencial de 5,2 kg para 19,4 kg por pessoa. Já os países menos

desenvolvidos apresentaram valores ainda mais baixos em comparação com os anteriores. Contudo, durante o período em causa, o consumo de pescado aumentou de 6,1 kg para 12,4 kg por pessoa ⁹.

O continente asiático, mais concretamente a China, é dos maiores produtores e consumidores mundiais de pescado (figura 1.4), tendo um consumo *per capita* de 41 kg.

Percentagens de Produção global de pescado em 2018

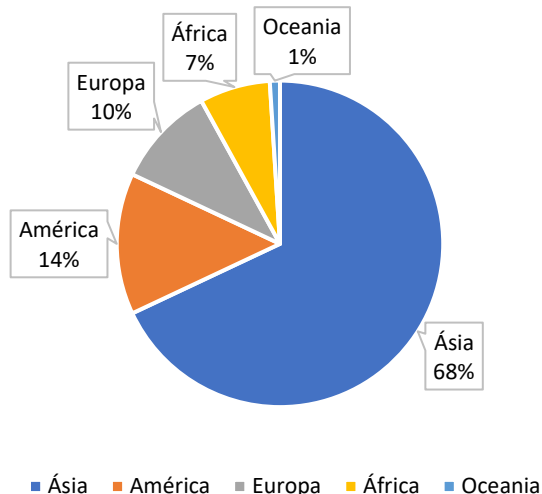


Figura 1.4 – Distribuição das capturas mundiais de pescado e produção de aquacultura por todos os continentes, em 2018. Adaptado de ⁹.

Já a UE consome anualmente cerca de 24,9 kg *per capita*. Portugal é um dos países em destaque da UE, pois excede este valor, tendo um consumo anual mais elevado, aproximadamente 56,8 kg *per capita*. Desta forma, podemos afirmar que os portugueses são dos maiores consumidores de pescado a nível europeu, sendo a cultura gastronómica uma das suas principais influências ^{2,5,23,28-30}.

No geral, o atual aumento da ingestão de pescado para além de ter sido impulsionado pelos motivos já mencionados anteriormente, também pode ser atribuído a uma combinação de outros fatores como, por exemplo, o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento, a utilização de cadeias de frio, o aumento e melhoramento das expedições e distribuições, entre outros ⁹.

Como já referido anteriormente, a comunidade científica aconselha a ingestão aproximada de 85 g de pescado por dia ³. Embora este valor seja facilmente alcançado, e até mesmo ultrapassado em alguns países como, por exemplo, o Japão e a China, há outros países menos desenvolvidos com uma média inferior de ingestão deste alimento. Tal pode ser justificado com o desconhecimento, em parte, das vantagens nutricionais associadas à sua ingestão. Por outro lado, existem outros motivos que podem constituir um impedimento ao consumo de pescado por parte do consumidor como, por exemplo: a ética, o preço, riscos para a saúde associados ao consumo de pescado, disponibilidade no comércio, aversão sensorial, falta de confiança para selecionar e confeccionar o pescado⁷.

No geral, o comércio internacional e nacional do pescado acarreta algumas preocupações essencialmente relacionadas com a sua sustentabilidade como mencionado anteriormente. Contudo, outras preocupações relevantes são as perdas alimentares associadas à pós-colheita, assim como, a manutenção do transporte e distribuição dos produtos em condições adequadas ^{2,7,30}.

Contudo, a pesca e a produção aquícola exigem o cumprimento máximo de determinados princípios e requisitos, códigos de melhores práticas e uma gestão sustentável destes recursos alimentares. Os princípios que são aplicados à pesca devem ser transmitidos e adaptados da melhor forma ao setor da aquacultura. Dentro dos principais requisitos estão a promoção da sustentabilidade, a garantia da qualidade e a segurança do produto alimentar; o melhoramento constante da tecnologia envolvida nos seus processamentos; e por fim, o fornecimento e expansão comercial deste setor ²⁶.

2. Benefícios/Riscos do consumo de sal na saúde

Ao longo dos anos, a presença de sal na dieta alimentar tornou-se muito comum a nível mundial ^{32,33}. Tal deveu-se não só ao seu teor em alimentos processados, mas também à sua adição em excesso nos alimentos frescos (ex.: durante a sua confeção quer em casa quer nos restaurantes). As possíveis razões para o seu uso em excesso podem ser o défice de conhecimento em torno dos seus potenciais riscos e diminuta compreensão dos rótulos alimentares, entre outros ^{32,34,35}.

Em termos globais e com base em estudos epidemiológicos realizados, a atual média de ingestão de sal diária varia entre 9 g - 12 g por adulto, com exceção dos países asiáticos onde chega a exceder os 12 g ^{33,36,37}. Em relação a Portugal, entre 2003 e 2016, houve uma diminuição gradual relativamente ao consumo diário de sal, de 12,5 g para 7,3 g ^{34,35,38}. Contudo, tais valores não deixam de estar acima do valor limite atual recomendado pela OMS, que é de 5 g/dia para a ingestão de NaCl, equivalente a aproximadamente 2 g de Na/dia ^{39,40}. Dado que 90% do tipo de sal ingerido é NaCl e que o excesso de consumo de Na poderá provocar consequências negativas na saúde, há uma necessidade mundial de reduzir esta ingestão ³². Assim sendo, até 2025, os estados membros da OMS decidiram adotar uma meta global voluntária de cerca de 30% na redução da ingestão média de sal da população ⁴⁰.

Os problemas de saúde associados a esta excessiva ingestão podem ser DCV, doenças crónicas, problemas no funcionamento dos rins, decréscimo na densidade mineral óssea, cancro do estômago, derrames, diabetes do tipo 2, obesidade, entre outros ^{41–44}. Infelizmente, a taxa de mortalidade associada ao contínuo e excessivo consumo de sal é bastante elevada. Estes problemas de saúde são mais prevalentes em pessoas idosas, com hipertensão, com problemas renais, etc. ⁴⁵. A ingestão de Na em excesso provoca aumento da pressão arterial, também conhecida por hipertensão arterial e, consequentemente, aumenta o risco de desenvolvimento de DCV e doenças renais ^{32,37,46,47}. Diversos estudos científicos comprovam que a diminuição do teor de Na na alimentação reduz a ocorrência de hipertensão, e permite prevenir o número de mortes relacionadas com este tipo de problema ^{37,38,43,48}. As DCV são consideradas a principal causa de morte na EU e, nomeadamente, foram

consideradas a principal causa de morte em Portugal (Figura 2.1). Trombose venosa profunda, doença arterial periférica, embolia pulmonar, AVC, doenças cerebrovasculares e doenças cardíacas coronárias são alguns exemplos de DCV ^{48,49}.

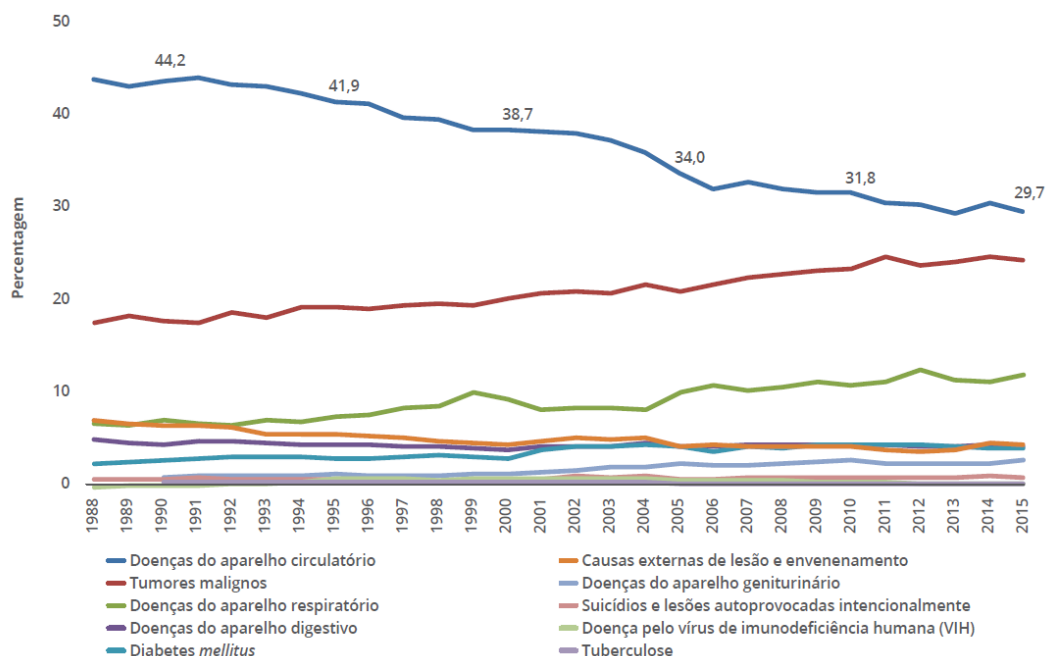


Figura 2.1 - Evolução da percentagem de óbitos pelas principais causas de morte em Portugal (%).
Gráfico obtido de ⁴⁸.

Embora o consumo de Na em excesso tenha efeitos negativos na saúde humana, é preciso ter em conta que este metal alcalino é também relevante para o correto funcionamento do organismo. Este mineral é um regulador essencial da pressão arterial, do equilíbrio ácido-base e da manutenção do volume plasmático, sendo também importante na contração das fibras musculares, na transmissão neural, na função renal e no bombeamento de sangue para o coração ^{35,38,43}.

Como referido anteriormente, o sal quando ingerido nas doses aconselhadas é benéfico para o corpo humano. As consequências na saúde associadas ao excesso da sua ingestão podem ser evitadas ao optar-se por uma dieta alimentar reduzida em sal, seguindo os valores recomendados pela OMS ^{33,46,50}. Por conseguinte, a indústria alimentar também deve ter um comportamento preventivo, implementando novas estratégias de redução de sal ^{43,51}.

3. O uso de sal na indústria alimentar

3.1 Tipos de sal e composição

O sal surge na natureza nas águas salgadas dos lagos e do mar e, também, sobre a forma de halogenetos minerais. A composição química de cada sal pode variar consoante o método de colheita e a sua origem, ou seja, os constituintes presentes no meio envolvente, contribuindo assim, para diferenças e intensidades de sabor distintas entre eles ^{52,53}. Por exemplo, a presença de minerais como o magnésio (Mg) e o Ca conferem ao sal a percepção de um sabor mais amargo, enquanto que sais de Zn um sabor *umami* (um dos 5 palatos básicos detetados pela cavidade bucal)¹⁰⁰ e alguma adstringência. Contudo, consoante as concentrações destes elementos químicos, as suas intensidades de sabor variam. A percepção e durabilidade de sabor salgado também podem ser motivadas pela dimensão dos cristais salinos. A cor do sal é igualmente influenciada pela sua composição, em especial pelas impurezas minerais que são absorvidas do meio ambiente ^{53–55}.

Posto isto, os sais podem ser principalmente classificados consoante a sua origem. Esta classificação divide os sais em 4 categorias diferentes:

- Sal solar, que é obtido pela evaporação das águas do mar ou dos lagos salinos;
- Sal gema, resultante da extração mineira superficial ou subterrânea;
- Salmoura, consequente de dissoluções de depósitos subterrâneos;
- Sal a vácuo, extraído através da tecnologia de evaporação mecânica ⁵⁶.

Em suma, compreendemos assim que existe uma ampla gama de sais que são utilizados na indústria alimentar e na culinária. As características sensoriais de cada sal dependem dos seus constituintes e da sua percentagem de Na.

Na indústria alimentar são utilizados principalmente 4 tipos de sais o sal comum, o sal marinho, o sal de fontes salinas e o sal gema ⁵⁶.

O sal comum, ou também conhecido por sal de mesa, continua a ser o mais usado na indústria alimentar. Este é composto essencialmente por NaCl, tendo na sua constituição 40% de Na, 60% de cloreto (Cl) e vestígios inferiores a 1% de Mg e de K. A sua origem provém de minas de sal-gema ou das águas do mar. O seu processo de produção passa por várias etapas de refinação nas quais são geralmente introduzidos aditivos alimentares, isto é, agentes antiaglomerantes como, por exemplo, o ferrocianeto de sódio e/ou o aluminossilicato de sódio e o iodo sob a forma de iodeto de potássio. O sal comum com iodeto de potássio designa-se sal iodado e o seu consumo previne a doença bócio (aumento do volume da tiroide) causada pelo défice de iodo ^{53,55–58}. Outro sal derivado do sal comum iodado é o sal *light*, também denominado por sal dietético iodado hipossódico. Este por sua vez possui um teor de Na menor em comparação com o sal de mesa. Para compensar esta diminuição é adicionado KCl (aproximadamente 50%), um dos principais substitutos do sal comum, mantendo-se assim o típico sabor salgado. Como tal, o sal *light* é cada vez mais utilizado na indústria alimentícia como substituto do sal comum, precisamente pela sua redução em 50% de Na ⁵⁷.

A partir da evaporação natural da água do mar, pela ação do calor do sol e da energia do vento, surge o sal marinho. Este sal também é dos mais triviais na indústria alimentar e não sofre qualquer tipo de processamento posteriormente à sua colheita tradicional em salinas. Este é apreciado e conhecido pelo seu particular sabor leve e delicado, ideal para aromatizar vegetais crus, peixe e saladas ^{56,57,59}. O sal marinho tem de possuir no mínimo 90% de NaCl e a restante percentagem é constituída por uma complexidade de minerais de diferentes concentrações, dependendo da região e do método de colheita. Ca, enxofre (S), Mg, Fe, flúor (F), cobre (Cu), I e manganês (Mn) são alguns exemplos de elementos químicos presentes na sua constituição ^{53,56}. De forma a poder ser utilizado na indústria alimentar, o seu teor de humidade não deve ultrapassar os 9% ⁵⁹. O sal marinho em alguns países, como Portugal e Espanha, pode ser considerado património cultural. Como tal, trata-se de um produto alimentar protegido que está sujeito a regulamentos específicos de produção. Esta especificidade na produção para além de preservar a tradição da cultura, destaca e distingue este sal dos restantes sais presentes no mercado ⁵⁶.

Já o sal de fontes salinas é obtido através da evaporação de águas salinas subterrâneas, através da ação do calor solar e da energia do vento, em cristalizadores de traçado tradicional e com recolha manual. Este tipo de sal também deve ter no mínimo cerca de 90% de NaCl na sua composição, e o seu teor de humidade não deve exceder os 4% ⁵⁶.

O sal marinho e o sal de fontes salinas devem possuir um aspeto limpo e isento de impurezas, uma cor branca e brilhante e a sua granulometria pode ser diversa ⁵⁶.

O sal-gema é um tipo de sal que pode surgir por dissolução controlada e, posteriormente, recristalização por evaporação da solução salina pela ação do calor solar e da energia do vento. Este sal pode surgir também diretamente da extração do processo de lavra subterrânea convencional de jazigos minerais. Desta forma, é necessário um prévio e adequado tratamento industrial para que este possa ser utilizado como matéria-prima nas indústrias transformadoras/higienizadoras de sal para fins alimentares, devendo ainda respeitar os limites de contaminantes estabelecidos ⁵⁹.

Para além dos tipos de sais alimentares anteriormente mencionados, existe a nível mundial uma diversidade enorme de outros, cada um com as suas propriedades e essências, que vão ao encontro das características de cada região ⁵⁴.

3.2 Funções do sal

A adição de sal aos produtos alimentares sempre foi uma prática regular ao longo dos anos. A sua utilidade deve-se essencialmente às suas propriedades conservantes e antimicrobianas e ao melhoramento e aprimoramento das características organoléticas dos alimentos ⁶⁰.

Na indústria alimentar o sal comum é um dos aditivos alimentares mais utilizado devido às suas diversas propriedades e funções, mas também por possuir um baixo custo ^{33,61}. Nomeadamente a presença de Na proporciona determinadas propriedades sensoriais, principalmente a perceção de sabor salgado. Embora o Na seja dos elementos mais salgados, outros como o lítio, K e Ca também conferem esta perceção ³⁵. O nosso paladar identifica e considera agradável esta perceção de sabor salgado quando a sua concentração não é exagerada ⁶². Por sua vez, o sabor salgado é um dos 5

palatos básicos detetados pela cavidade bucal, em específico pelas papilas gustativas presentes na língua ^{35,36}.

Para além disso, o sal tem também a capacidade de melhorar, intensificar e modificar o sabor de determinados alimentos, pelo aumento do sabor salgado, redução do sabor amargo ou até inibição de outros sabores presentes no alimento. Isto significa que o sal tem a capacidade de “mascarar” outros paladares ^{33,35,36,43,46}. Curiosamente, o tipo de perceção de sabor também pode variar consoante a cultura, idade, genética e concentração de sal a que cada indivíduo está exposto. A capacidade que o sal tem em intensificar diferentes sabores durante a degustação alimentar deve-se ao desencadeamento de reações bioquímicas e enzimáticas na cavidade bucal ^{36,61}.

Para além destas características, o sal é conhecido culturalmente como um conservante e antimicrobiano natural, como já referido ^{33,61}. Tal deve-se à sua capacidade de diminuir a atividade da água (*aw*) dos alimentos através dos processos osmóticos, bem como, de regular a atividade microbiana pela redução de nutrientes vitais solúveis em água, como minerais e vitaminas. Estas suas propriedades são vantajosas para melhorar o tempo de vida útil (*shelf life*) de um alimento e, consequentemente, proporcionar um maior grau de segurança alimentar à população ^{36,61}.

Devido às propriedades anteriormente mencionadas, o sal é usado em diversos processos industriais alimentares como: cura, fumagem, secagem seca e salmoura. No caso de produtos salgados, como a carne e o peixe, o sal tem especial importância para garantir e fornecer o sabor, a cor, a textura e, principalmente, a segurança pretendida pelo fornecedor/consumidor ^{47,63}. Contudo, para além deste tipo de produtos processados existem outros também muito ricos em sal, tais como: queijo, pão, derivados de cereais, entre outros ³⁵.

4. Sal na indústria de processamento de pescado

A conservação de alimentos provenientes da pesca pode ser feita através de processamentos como a congelação, fumagem, salga, secagem, entre outros. Contudo, a salga é um dos métodos tradicionais de conservação de alimentos mais utilizados. A aplicação de sal comum em pescado, em particular, em espécies de peixe de baixo teor lipídico, é feita desde os tempos antigos, tendo como principal objetivo a sua estabilização e armazenamento prolongado ^{64,65}. Isto é possível devido às alterações físico-químicas que ocorrem no tecido muscular como, por exemplo, a redução da *aw* abaixo do valor 0,75 causada pela diferença de concentrações salinas entre o exterior e o interior do peixe (pressão osmótica). Este processo previne, deste modo, a deterioração enzimática e, por sua vez, a contaminação microbiana ⁶⁶.

Outro motivo do uso de sal no processamento de pescado é o melhoramento das suas propriedades organoléticas (ex.: textura e cor) muito apreciadas pelos consumidores, mesmo após demolha ou outro tipo de processamento aplicado ⁶⁵⁻⁶⁹.

Este tipo de processo de preservação é vantajoso e facilitado pelo facto de ser económico e simples, e também por não exigir instalações ou equipamentos modernos para ser posto em prática. ^{69,70}.

Com a evolução dos tempos foram melhorados e reformulados métodos de salga aplicados em pescado com o propósito de alcançar a qualidade ideal do produto final e corresponder às expectativas dos consumidores de diferentes regiões no mundo. Atualmente, a produção de peixe salgado pode ser feita de várias formas, envolvendo, ou não, determinadas etapas, consoante o grau de salinidade pretendido nesse produto, como será explicado em baixo.

Posto isto, podemos classificar a salga, independentemente do método, consoante as concentrações de sal fornecidas ao produto alimentar. Na conservação dos peixes existem três categorias de salga: a salga ligeira, que consiste no uso de concentrações de sal muito inferiores a 20%, sendo necessário o uso adicional de refrigeração para manter a sua segurança alimentar; a salga moderada, que também está enquadrada nos valores abaixo de 20% de concentrações salinas mas mais elevados do que os da salga ligeira; e por último, a salga intensa/forte, em que as quantidades de sal aplicadas superam os 24%, sendo os produtos resultantes deste processo utilizados como matéria prima para a produção de outro tipo de produtos alimentares. Em complemento desta técnica pode ser utilizado o processamento de secagem do produto alimentar, que tem como objetivo reforçar as características organoléticas adquiridas ^{66,69,71}.

4.1 Processos de salga do pescado

As metodologias de salga têm vindo a ser expandidas ao longo dos anos. Como tal, a sua complexidade foi progredindo, tendo sempre em consideração a melhoria da qualidade do produto, o rendimento do peso e do próprio processo. Esta evolução levou a vários aperfeiçoamentos que consistiram em tempos mais curtos dos processos, temperaturas inferiores e um controlo superior sobre as condições de armazenamento. O resultado reflete-se em alimentos mais apelativos visualmente e agradáveis em termos de sabor ⁶⁴.

A base principal deste método consiste na penetração e difusão de sal no músculo do peixe, através do mecanismo de diálise, e na extração da água presente no seu interior provocada pela pressão osmótica. Esta troca de fluidos deve-se não só às diferenças de concentrações existentes nos dois meios, como também às mudanças estruturais que ocorrem nas proteínas presentes no músculo. Consequentemente, o pH e a a_w do produto são reduzidos. Esta transferência de massas permanece até que seja atingido o equilíbrio ^{64,66}. Através da figura 4.1 é possível visualizar como funcionam os fluxos de massas que ocorrem durante o processo de salga ⁶¹.

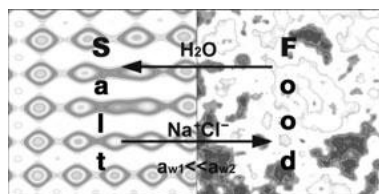


Figura 4.1 - Mecanismo de transferência dos fluxos de massas durante o processo de salga, entre o sal e o produto alimentar (pescado). Adaptado de ⁶¹.

Na atualidade, este sistema de conservação de pescado pode ser realizado de diversas formas desde por injeção, salmoura, salga a seco, impregnação sob vácuo ou combinação deste tipo de técnicas. Adiante serão esclarecidas em pormenor as principais técnicas de salga aplicadas atualmente em produtos de pesca na indústria alimentar ⁶⁴.

4.1.1 Salga seca

Nos dias que correm, a salga seca (ou *kenching*) é um dos métodos de conservação mais utilizados na indústria alimentar. Esta trata-se da típica técnica tradicional de cura pelo sal que é utilizada durante o processamento de peixe, nomeadamente do bacalhau, em grande parte dos países. É frequentemente aplicada em peixes magros brancos, não sendo muito aconselhada em peixes cartilagosos devido à concentração de amoníaco ou aminas ^{63,65,66,71}.

A aplicação deste método no pescado é sobretudo baseada na substituição de água existente nos tecidos musculares pelo composto salino, normalmente o NaCl, através do processo osmótico, até que seja atingido o equilíbrio entre o meio externo e interno do peixe. Para além desta transferência de massas entre estes dois fluxos, o sal e a água interna do peixe, poderá ocorrer a movimentação de um terceiro fluxo designado por lixiviação de compostos hidrossolúveis do alimento como, por exemplo, proteínas, açúcares, vitaminas, entre outros. A lixiviação destes compostos, embora não muito significativa em comparação com a principal transferência a ocorrer pelo processo osmótico, pode ter um impacto significativo sobre a composição nutricional e qualidade organolética do produto final. ^{69,72}.

Em comparação com a salga em salmoura, a salga seca por vezes pode ser mais eficaz e rápida devido à maior sobrepressão de peso do peixe, que permite uma maior redução da atividade da água no tecido muscular. No caso do bacalhau, ao final de 4 a 5 dias a percentagem de perda de água é de 25%, sendo que a absorção de sal entre o dia 6 e o dia 8 é de cerca de 18%, podendo chegar no máximo até aos 20%. Quando as concentrações salinas são superiores a 10%, ocorrem mudanças físico-químicas, como a desnaturação de proteínas, que se tornam irreversíveis. ^{61,64,69}.

A primeira etapa da salga seca começa com a escolha e preparação do pescado, neste caso do peixe. É relevante que os peixes tenham tamanhos semelhantes para garantir uma distribuição salina o mais homogênea possível. Estes devem ser cortados em postas (no caso do bacalhau, este é descabeçado e escalado) e limpos através de submersão numa solução salina de 2 a 5 % durante 20 a 60 minutos, tendo como objetivo a remoção de vestígios de sangue ou de sujidade existente na pele do peixe. Em determinadas espécies de peixe, nesta fase são removidas as vísceras e as brânquias ⁶⁹.

Posteriormente, os peixes são colocados em tanques ou barris próprios com determinada inclinação e abertura para a remoção da água excretada. As quantidades de sal dispostas durante o processo variam consoante o produto final. A sua distribuição sobre o peixe é executada da forma mais homogênea possível, tentando sempre que o exterior/pele do peixe fique totalmente em contacto com o sal, em todas as suas direções (figura 4.2). Contudo, nem sempre é possível uma distribuição totalmente uniforme de sal nas diferentes áreas, pois depende da sua espessura. A iniciação da absorção de sal é feita pela extração do líquido presente no músculo do peixe e pela solubilização do

sal. Ao longo deste processo, este líquido extraído vai-se dissolvendo no meio circundante e o sal difunde-se gradualmente no músculo. A salmoura resultante que se forma através desta troca é deixada a escorrer correntemente, sendo por vezes considerada uma desvantagem devido à diminuição da quantidade de sal inicial, o que minimiza o rendimento deste método. As principais forças motrizes na salga a seco são as diferenças de concentração e pressão entre o músculo do peixe e o meio circundante e, também, os gradientes da atividade da água ^{64,69,73}.

Em espécies de peixe de dimensões médias a grandes, as cavidades ventrais, áreas mais espessas e zona das barbatanas, são reforçadas com sal. Após a primeira camada de peixe e de cristais de sal seco, outra camada é posta e, assim sucessivamente, até à cura completa, tendo sempre a preocupação e o cuidado de minimizar ao máximo o contacto com o ar de maneira a evitar que ocorra oxidação lipídica ^{63,65,69}.

A salga seca é realizada através do empilhamento da matriz alimentar (neste caso dos filetes de peixe), como é possível observar na figura 4.2. A sobrepressão exercida neste empilhamento ajuda no melhoramento cinético da própria salga. Contudo, para que não ocorra um esforço excessivo, ou seja, o esmagamento das espécies marinhas durante o empilhamento, aconselha-se uma altura de arrumação de cerca de 30 cm e de uma espessura no máximo de 1 m. Para além disso, também poderá haver movimentação e rotação do peixe, com o propósito de evitar esta excessiva pressão, se possível igualá-la, assim como o esmagamento do mesmo. Para finalizar, os produtos alimentares resultantes são deixados a repousar durante 1 dia e as quantidades de sal mais grosso são reforçadas durante um período de salga de aproximadamente 7 a 10 dias. O método pode repetir-se dependendo do grau de cura que se pretende adquirir no produto alimentar e as características organoléticas pretendidas, designadamente textura, cor e espessura. No caso do bacalhau, este pode permanecer no processo de salga a seco durante 4 a 8 semanas ^{63,65,69}.



Figura 4.2 - Salga seca do bacalhau (*Gadus morhua*). Fotografias do Clube Vinhos Portugueses (esquerda) e da Dra. Maria Leonor Nunes (direita).

4.1.2 Salga em salmoura

A popularidade da salga em salmoura, principalmente na Islândia, foi aumentando nos últimos anos devido às suas vantagens em comparação com a salga seca. Esta técnica possui um maior controlo entre a relação de absorção de sal e a perda de água no tecido muscular do peixe. Como tal, esta vantagem torna o método mais eficaz em termos de absorção de sal no músculo do peixe, num período mais reduzido do que no método de salga a seco, o que consequentemente melhora o seu

rendimento. É muito aplicada na indústria de pescado como processo preliminar como, por exemplo, no processamento do bacalhau salgado, onde é usada como etapa de pré-salga e seguida de uma salga a seco, não só devido às vantagens anteriormente mencionadas, como também por melhorar a cor e a aparência ^{61,64,65,70,71,73}. Para além deste método ser aplicado nesta espécie marinha é frequentemente utilizado no processamento de peixes ricos em ácidos gordos como forma de reduzir a rancificação da gordura ⁶⁶. No fluxograma representado na figura 4.3 podemos analisar o processo de salga que atualmente é executado no bacalhau ⁶⁵.

A salmoura tem por base os mesmo princípios do processo osmótico referidos anteriormente no processo de salga a seco, tendo apenas como principal diferença a sua execução em água saturada

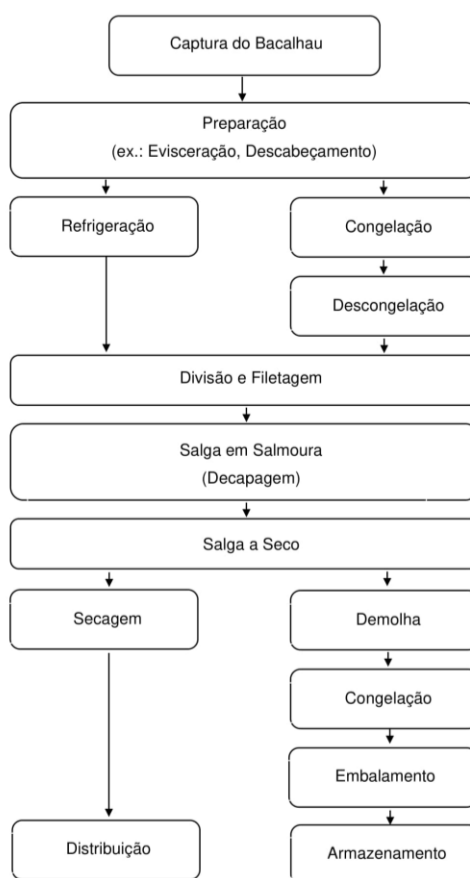


Figura 4.3 - Fluxograma do processo de salga do bacalhau. Adaptado de ⁶⁵.

de sal (solução hipertónica) ^{69,70}. Operar a partir deste método faz consequentemente o peso do peixe variar ao longo do processo, dependendo da espécie envolvida. A própria sardinha ou o arenque perdem sensivelmente 20% do seu peso inicial nos primeiros dias, chegando a ter uma absorção de sal de cerca de 18%. Contudo, estes peixes são capazes de restabelecer o seu peso inicial ao fim de 10 dias ⁶⁹.

A salmoura pode ser preparada com diferentes concentrações de NaCl, sendo classificada consoante essas concentrações, e também a sua qualidade, em salmoura leve (9% a 11% de sal),

média (14% a 16% de sal) ou pesada (24% de sal) ⁶⁹. A utilização de elevadas concentrações de NaCl nas salmouras tem como principal propósito o prolongamento do prazo de conservação do peixe ⁶⁶. A percentagem de sal na salmoura tem importância porque influencia a taxa de difusão do sal nos tecidos musculares do peixe, assim como a quantidade de água que é extraída deste. Em concentrações de sal inferiores a 12%, o peixe somente o absorve, não perdendo água nem fluidos solúveis, mas em casos de saturação salina superior a esta percentagem, ambos os processos são observados. Um dos fatores determinantes na preparação da salmoura é a solubilidade do sal (NaCl) na água, que deve ser cerca de 35,8 g / 100 g de água a uma temperatura de 16 °C, o que equivale a 26,4% de sal numa solução aquosa. Este fator, por sua vez, depende da temperatura, ou seja, é diretamente proporcional ao aumento da temperatura. Contudo, a salmoura não deve exceder os 25 °C. Após a preparação da salmoura, esta deve ter um aspeto transparente e brilhante ⁶⁹.

Posto isto, verifica-se que existe um conjunto de variáveis que determinam o rendimento do processo de salga em salmoura, nomeadamente que influenciam a difusão do sal no tecido muscular do peixe. Para além da temperatura e da concentração salina usada na composição da salmoura, outros fatores relevantes são a relação entre produto/salmoura, o período de salga húmida e também as características físicas, em específico a forma e espessura do produto alimentar ^{65,69}.

Após a preparação da salmoura em tanques próprios, em geral com uma concentração de 18% de NaCl e uma proporção inicial salmoura:peixe entre 1,6:1 e 1:1, procede-se à imersão do peixe durante 1 a 4 dias (figura 4.4). Durante este procedimento são aplicados pesos sobre o peixe, equivalentes a cerca de 20% a 40% do seu peso, com o objetivo de evitar que este suba e entre em contacto com o ar. Assim sendo, a oxidação lipídica dos peixes é menor, o que também torna as suas características organoléticas mais favoráveis, em específico a aparência e o paladar ^{66,69}.



Figura 4.4 - Salga em Salmoura do bacalhau (*Gadus morhua*). Fotografia de Maria Leonor Nunes.

Após a remoção dos peixes da salmoura, estes seguem para o processo de salga a seco que, como já referido, consiste no seu empilhamento, em caixas de plástico, com a aplicação de camadas finas de sal, onde permanecem entre 10 a 21 dias até serem armazenados e embalados. A percentagem de sal circundante nesta fase depende da concentração inicial utilizada na salmoura e da proporção salmoura:peixe ^{64,65,73}.

Após o processo de salga do bacalhau (representado no fluxograma da figura 4.3), no geral, verifica-se que o produto é constituído por cerca de 55% a 58% de água e 18% a 21% de sal, enquanto que o mesmo em fresco continha aproximadamente 80% de água e 0,3% de sal. Embora haja este aumento no teor de sal, antes de ser consumido pelo consumidor, o produto final é demolhado em água durante uns dias, com o propósito de diminuir este teor ⁷³.

Em termos de comparação com a salga seca, a salmoura permite que haja uma distribuição uniforme do sal, uma vez que a sua mistura é controlada em diferentes períodos. Neste processo é essencial a adição de sal seco à salmoura e uma boa agitação após a sua adição uma vez que a difusão do sal para equilibrar as concentrações ocorre muito lentamente. Desta forma é possível evitar a desaceleração na penetração do sal no músculo bem como

controlar a consequente diluição da solução, proveniente da água descarregada do peixe ⁶⁹.

Uma desvantagem deste tipo de salga deve-se ao facto de ser efetuada por imersão. Sendo que a percentagem de água presente no peixe é maior, denota-se uma decomposição mais rápida do produto final ao longo do tempo e, por consequência, o seu período de vida útil é menor ⁶⁹.

Embora a salmoura dificulte o desenvolvimento e crescimento de microrganismos aeróbios (necessitam de oxigénio para sobreviverem), esta poderá tornar-se num bom meio de cultura para microrganismos halofílicos que necessitam, para se desenvolver, de ambientes com elevada concentração salina, normalmente aparecem quando há alguma contaminação no sal ^{65,74}. Durante este processo ocorre a libertação de nutrientes (ex.: ácidos gordos, proteínas e outras substâncias azotadas e vitaminas) provenientes dos peixes envolvidos e a salmoura pode torna-se mais opaca e sem brilho, podendo mesmo adquirir um tom avermelhado. Isto pode culminar numa quebra do valor nutricional do produto/peixe, que tem de ser evitada ao máximo. Fora estas alterações, o aumento do pH da salmoura desencadeia a produção de compostos sulfurados como, por exemplo, o sulfeto de hidrogénio (H₂S), o que provoca a libertação de um odor desagradável. Como tal, e de forma a prevenir que a salmoura se torne imprópria, devem ser feitas análises químicas e microbiológicas durante o processo e é possível que esta seja renovada. Esta renovação consiste na adição de agentes oxidantes (ex.: hipoclorito de sódio) das substâncias orgânicas presentes e que enriquecem a solução com NaCl. Desta forma, garante-se que o produto resultante seja seguro para consumo e aceite pelos consumidores ⁶⁹.

A otimização do rendimento deste tipo de processo de salga em salmoura poderá ser feita através da diminuição da altura do empilhamento do peixe, da adição crescente das concentrações salinas e, também, pela impregnação a vácuo, para uma menor perda de água e, ainda, uma maior redução do tempo de salga, que ocorre por penetração forçada da salmoura na matriz alimentar ^{61,65}. Segundo um estudo realizado em 2010 por Minh Van Nguyen e outros, ao aplicar forçadamente as concentrações de sal, estamos diretamente a forçar o aumento dos fenómenos de transferência de massa e dos seus parâmetros cinéticos envolvidos no processo de salga. Desta forma, os gradientes de concentração e pressão são influenciados substancialmente, bem como, o grau de desnaturação das proteínas musculares do peixe ⁷¹.

4.1.3 Salga mista

A salga mista engloba o processo de salga seca com o processo de salga em salmoura. Esta combinação poderá ser benéfica para o produto final, pois para além de permitir o desenvolvimento de determinadas propriedades sensoriais, contribui para o aumento do período de conservação.

Para além disto, os aspetos negativos mencionados anteriormente para cada método individual, mais especificamente, a diluição da salmoura e a dissolução do sal a seco, deixam de ter um impacto prejudicial no rendimento quando combinadas num só processo.

Na salga mista, processa-se da forma previamente descrita para a da salga a seco dos peixes. A diferença é que a água libertada, pelo processo osmótico, do interior do peixe, não é descartada do tanque onde está a decorrer o processamento, ou seja permanece nesta área. Desta forma, é formada uma solução salina entre esta água e o sal seco existente. Caso esta solução salina não cubra a superfície dos peixes após 1 a 2 dias, é adicionada solução salina extra para complementar a produção da salmoura. A utilização desta metodologia permite que não haja a diluição da solução salina que permanece sempre saturada devido à presença de sal seco na superfície ^{66,69}. O período de duração da salga mista pode variar consoante o produto alimentar e as características desejadas.

Embora a ordem das várias fases seja habitualmente da forma descrita acima, poderá decorrer de maneira inversa (isto é, primeiro salmoura e depois salga a seco). Estas modificações na ordenação poderão ocorrer especialmente no verão devido às elevadas temperaturas, e são efetuadas com o propósito de evitar a perda de qualidade do produto alimentar durante o processo de salga a seco ⁶⁹.

4.1.4 Salga por impregnação sob vácuo

Presentemente, na indústria alimentar, o processo de impregnação de NaCl, ou salmoura, pode ser efetuado de diferentes modos, tais como: à pressão atmosférica, a vácuo (VI), a vácuo pulsado periódico (PPVI) ou por vácuo pulsado (PVI) ⁷⁵.

A salga por impregnação sob vácuo (VI) consiste na remoção de líquidos e gases retidos nos tecidos musculares do alimento, através da aplicação de uma pressão parcial de vácuo e, também, da imersão dos alimentos mediante uma impregnação adicional de uma solução após a restauração da pressão atmosférica ^{70,76,78}. Este mecanismo de transferência rápida de massa permite a penetração rápida do sal no tecido muscular do peixe e a libertação de fluidos presentes neste, por vácuo ^{69,76,77}.

Este método é dividido em duas etapas distintas. Durante a primeira parte é aplicada uma pressão subatmosférica (p_1) sobre os alimentos imersos na solução de impregnação durante um dado período de tempo (t_1). Nesta etapa, enquanto os poros da matriz alimentar permanecem abertos e em contacto com a solução, ocorre a libertação dos gases e fluidos internos do alimento para o exterior, provocada pela expansão e, posteriormente, pelo equilíbrio com a pressão imposta no sistema. Quando este equilíbrio se instala dá-se a penetração da solução externa nas cavidades do alimento proveniente das forças capilares. Na etapa seguinte, após a restauração da pressão atmosférica durante um intervalo de tempo (t_2), o gás residual presente no interior do alimento comprime e ocorre o preenchimento de espaços intracelulares com uma solução, neste caso salmoura, promovido pelo

gradiente de pressão. Durante o decorrer deste método advêm transformações rápidas no produto alimentar, nomeadamente fenómenos de deformação-relaxamento nos seus tecidos ^{70,78}.

O manuseamento durante este processo de salga pode permitir uma distribuição de sal mais eficaz e homogénea no produto final. Isto tem por base a aceleração da combinação entre o mecanismo hidrodinâmico e os processos de difusão, que por sua vez são causados pelos gradientes de concentração entre o produto alimentar e a solução ^{70,75,78}.

Outras vantagens associadas a este tipo de processo de salga são a diminuição do tempo de processamento comparativamente aos processos tradicionais e, também, o facto de poder ser considerado um método para a introdução de compostos bioativos nos tecidos musculares do alimento ^{70,75}. É aplicado, principalmente, em vegetais e frutas, para prevenir o escurecimento oxidativo e enzimático. Atualmente, este método ainda não foi explorado no seu máximo potencial, na maior parte das matrizes alimentares, sendo pouco comum a sua aplicação na indústria do pescado. Contudo, este processo de salga tem sido cada vez mais alvo de estudos científicos em diferentes tipos de produtos alimentares, sendo o salmão e o bacalhau alguns exemplos de matrizes alimentares já estudadas ⁷⁰.

Uma desvantagem deste método é o seu custo muito elevado, pois exige a instalação de um sistema de vácuo e de diversos equipamentos em aço inoxidável ⁶⁹.

4.1.5 Salga por injeção

As aplicações da salga por injeção automática têm vindo a tornar-se cada vez mais vulgares nas últimas décadas. A base desta técnica de conservação alimentar é a injeção de soluções de salmoura, ou até mesmo de sais salinos, diretamente na matriz alimentar do peixe através de inserção de agulhas. Esta metodologia garante uma distribuição uniforme e rápida de NaCl e de outros aditivos alimentares, como açúcares, polifosfatos, especiarias e possíveis agentes de cura, no tecido muscular do peixe. Este método é aplicado antes de outros processamentos, como a fumagem e secagem, em filetes de salmão do Atlântico ^{61,65}.

A salga por injeção não é um método muito vulgar em produções de grande escala por se tratar de um processo que envolve um trabalho bastante intensivo. Contudo, tem como principal benefício o seu tempo de processamento, que corresponde a cerca de 1/3 do tempo normal que requer o método de salga tradicional. Como tal, tem mais potencial para reter componentes solúveis em água, como proteínas e vitaminas, dentro do tecido muscular. É essencialmente aplicada em animais terrestres e peixes de grande dimensão ^{64,65,69}.

O início do processo dá-se com a preparação da salmoura, constituída com a concentração de sal pretendida, seguida da sua respetiva injeção com agulhas no músculo do peixe. Esta perfuração vai desde a sua superfície (ou filete aberto) até ao lado interno da pele e, posteriormente, a salmoura flui de forma contínua para o seu interior. Este sistema de perfuração aumenta nitidamente a velocidade do processo de salga devido à alta pressão que é exercida no músculo do peixe antes da difusão passiva do sal. A concentração salina utilizada é rapidamente diluída pelo líquido envolvente no interior do peixe, o que permite a sua migração para outras áreas do músculo circundantes à área de injeção. Desta forma, pode afirmar-se que as injeções possuem um efeito semelhante ao que ocorre num

processo de salmoura, sendo que o que diferencia este dois processos é essencialmente a menor distância de difusão da mesma. Neste processo, o número de injeções e a pressão escolhida para o processo podem ser ajustados consoante o que se pretende obter no produto final ^{64,65}.

As agulhas de injeção são um dos fatores que condicionam o rendimento deste processo de salga. Caso estas sejam de grandes diâmetros, ou libertem jatos contínuos e elevadas pressões durante a injeção, podem conduzir à rutura da estrutura muscular do peixe e, conseqüentemente, formar bolsas de salmoura nestas áreas. Outro aspeto relacionado com as agulhas, e a ter em especial atenção, é a salmoura presente nos seus orifícios que não está fixa, podendo escorrer facilmente. Para além desta condicionante existem outras que influenciam o volume de salmoura injetado, a retenção e a distribuição da salmoura na estrutura muscular do peixe. A velocidade e pressão de injeção aplicada, a composição da salmoura e as características das matrizes alimentares são alguns outros exemplos de condicionantes desta técnica. A alta densidade da agulha pode ser mais eficaz do que o aumento da pressão para melhorar o rendimento de peso do músculo dos peixes sem aumentar o risco de defeitos estruturais ⁶⁴.

Em suma, os pontos positivos referentes à salga por injeção podem ser o aumento da velocidade de penetração de sal no músculo dos peixes, a concentração uniforme e bem distribuída em todo o músculo e o aumento do rendimento referente ao seu peso em comparação com outros métodos de salga, proporcionado pela menor perda de humidade durante o processo.

Contudo, este método pode facilmente danificar a estrutura do músculo, caso sejam utilizadas pressões inadequadas e/ou agulhas de diâmetro excessivo. Além disso, a aplicação deste método pode constituir um maior risco de contaminação metálica devido aos aparelhos metálicos utilizados e, também, contaminação microbiana para o produto alimentar envolvido, neste caso o peixe ⁶⁴.

4.2 Fatores que influenciam a salga do pescado

O fenómeno que ocorre a nível interno é idêntico em qualquer tipo de processo de salga do pescado, tal como referido anteriormente. Os mecanismos de transferência de massa, em especial o de difusão, são influenciados por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos. Estes por sua vez não só afetam a eficiência do processo osmótico, como também, a taxa de difusão do sal no tecido muscular do peixe. Mais ainda, a qualidade e as características organoléticas do produto final também podem ser comprometidas por estes fatores ⁷¹.

A concentração de sal é um dos principais fatores extrínsecos em qualquer processo de salga no pescado. Diversos estudos efetuados em diferentes espécies de peixe como, por exemplo, bacalhau, comprovaram que a concentração salina afeta significativamente os mecanismos de transferência de massa e os parâmetros cinéticos envolvidos na técnica de salga. Tal deve-se à influência que este fator extrínseco tem sobre os gradientes de concentração e pressão dos meios envolventes, a atividade da água da matriz alimentar e o grau de desnaturação das proteínas musculares. Conseqüentemente, a concentração salina induz alterações no peso inicial do peixe e pode desencadear um aumento da dureza no produto final resultante da desnaturação proteica ^{65,69,71,73}. O limite crítico para que ocorra este fenómeno nas proteínas é cerca de 8-10% da concentração de sal

⁶⁹. Para além disso, o próprio tamanho dos cristais de sal e a temperatura também podem influenciar as taxas de difusão no músculo do peixe ^{61,71,79}.

A qualidade do sal também pode ser considerada um fator extrínseco que afeta essencialmente a qualidade e as características organolépticas, como cor e textura, do produto final salgado. Além disso pode haver vestígios de impurezas ou determinados compostos, como cloreto de magnésio ($MgCl_2$) e cloreto de cálcio ($CaCl_2$), na composição do sal, o que dificulta a sua penetração ⁶⁹. Nos dias de hoje existe uma variada gama de tipos de sais que variam consoante a sua origem, composição e sabor. Contudo, o sal mais utilizado neste tipo de processos de salga é o NaCl que é composto maioritariamente por Na. Os sais de origem marinha devem ser utilizados com alguma atenção pois, por vezes, podem ser fontes de contaminação microbiana ⁶⁵.

O método de salga utilizado também faz parte do conjunto de fatores externos que influenciam tanto a qualidade, como as características do produto final, nomeadamente o aspeto e a coloração ^{65,73}. Este por sua vez pode interferir com as propriedades mecânicas e estruturais do músculo dos peixes e, como tal, existem métodos que se tornam mais eficientes do que outros, nomeadamente a salga em salmoura em comparação com a salga a seco. Tal deve-se à maior taxa de penetração de sal no tecido muscular do peixe no processo de salmoura, sendo consequentemente obtidos melhores rendimentos e qualidade no peixe salgado com este processo. Outros aspetos que podem ter impacto no potencial de um processo de salga são o tempo de imersão e a agitação do sistema/solução, nomeadamente no processo de salga em salmoura ^{73,79}.

Relativamente aos fatores intrínsecos, estes abrangem o estado da matéria-prima, em particular a sua frescura e a própria espécie de peixe, e podem claramente afetar a eficiência do processo de salga, nomeadamente a taxa de difusão entre o sal e o músculo do peixe e, consequentemente, a qualidade e as características pretendidas no produto alimentar final ^{65,71}.

Em relação à matéria prima, o seu tamanho, o seu conteúdo lipídico, assim como, a presença de pele, podem dificultar o processo de salga, nomeadamente a penetração de sal. Isto deve-se à permeabilidade que a pele e o tecido muscular possuem. Esta consequência é mais preocupante em peixes de maiores dimensões, pois ocorre mais facilmente a sua deterioração no centro, antes que o próprio sal comece a fazer o seu devido efeito de conservação. Para evitar este tipo de casos até mesmo para peixes de menores dimensões, a evisceração no processo de salga é essencial ^{66,69,71,79}. Para além do tamanho, conteúdo lipídico e da presença da pele, o estado de *rigor mortis* do pescado, a sua temperatura, a atividade da água e a área de contacto constituem outros fatores intrínsecos de extrema importância para a eficácia dos diferentes processos de salga ^{61,71}.

Todos estes fatores intrínsecos e extrínsecos devem ser ponderados antes de ser aplicado qualquer processo de salga.

4.3 Estabilidade do pescado salgado durante a armazenagem

As matérias-primas salgadas, embora possuam um elevado teor de sal na sua composição e sejam conservadas a temperaturas de refrigeração, requerem vigilância sobre a estabilidade dos seus parâmetros de qualidade e de segurança alimentar.

A presença de sal não inibe, na totalidade, a contaminação por microrganismos, nomeadamente bactérias halofílicas (que pertencem ao domínio *Archaea*), como também não inativa todas as enzimas presentes na matriz alimentar ^{65,69}. Como tal, é necessário o controlo constante da humidade e da temperatura, sendo esta última de extrema importância, não só por acelerar o processo de salga, como referido anteriormente, como também por afetar a qualidade do produto. A conservação de um produto final também depende da concentração de sal utilizada, sendo que este período pode durar cerca de 1 a 2 anos, consoante a forma como estas condições são geridas ⁶⁹.

Outra maneira de assegurar a qualidade e segurança alimentar dos produtos salgados é através do seu método de embalagem. A utilização de atmosfera modificada ajuda na prevenção do crescimento de bactérias halofílicas pelo facto de estas serem estritamente aeróbias. Estas são das bactérias que aparecem mais frequentemente nos processos de cura com sal e a sua presença pode provocar consequências no produto salgado, em específico o aparecimento de manchas avermelhadas ^{65,80}.

Os fungos xerofílicos são outro exemplo de microrganismos prováveis de aparecer após o processo de salga, tendo a capacidade de afetar a qualidade do produto final através do aparecimento de manchas em tons acastanhados. Estes têm a capacidade de sobreviver em ambientes com baixa aw, como é o caso do peixe salgado. Contudo, caso ocorra o aparecimento destes fungos na matriz alimentar, após a sua conservação e armazenamento, deve aplicar-se um tipo de processamento que envolva temperaturas extremas antes do seu consumo ⁶⁵.

Os valores baixos de aw promovidos pelo processo de salga permitem aumentar o tempo de vida útil do produto final ⁸¹. Este fator para além do crescimento microbiano, também afeta possíveis alterações no peso durante o armazenamento. Estas alterações podem ser evitadas através do estabelecimento do equilíbrio entre a aw e a humidade relativa (HR) do ar envolvido no local de armazenamento do peixe salgado. Caso este equilíbrio não se verifique, e $HR > aw$, o produto salgado ganha peso durante o seu armazenamento devido à absorção de água. Na hipótese de se verificar o inverso, ou seja, $HR < aw$, consequentemente ocorre a perda de peso durante este período ⁶⁵.

Outra alternativa para evitar os possíveis riscos que podem ocorrer durante a etapa de conservação e armazenagem do produto salgado, é a adição de compostos que promovam a sua estabilização em termos microbianos e de qualidade. Um exemplo destes são os aditivos polifosfatos que podem ser adicionados nomeadamente na salmoura. Estes ingredientes têm como função a prevenção da descoloração muscular durante o período de armazenamento, evitando por exemplo o aparecimento da cor amarelada no produto. Isto deve-se à diminuição dos efeitos de oxidação proveniente das propriedades antioxidantes destes compostos. Para além disso, os polifosfatos ajudam na diminuição da perda de fluidos durante a cozedura e a descongelação ⁸².

5. Técnicas de redução de sal nos produtos à base de pescado

Com os cidadãos cada vez mais consciencializados em relação aos problemas de saúde associados ao consumo excessivo de sal, a procura por produtos alimentares com baixo teor de sal

tem vindo a aumentar. Em reposta, técnicas de remoção, redução e substituição (ex.: por outro tipo de sal com uma percentagem de Na mais baixa do que o sal comum) têm sido desenvolvidas e aplicadas na indústria alimentar, tentando sempre não comprometer a qualidade e aceitabilidade do produto final^{53,83}.

Em seguida serão referidas, de forma detalha, as técnicas de redução de sal aplicadas na indústria alimentar, em específico no setor dos produtos à base de pescado.

5.1 Reformulação

O objetivo da reformulação dos produtos processados é contribuir para uma dieta alimentar mais saudável e reduzida em sal, ou seja, proporcionar uma mudança nos hábitos alimentares dos consumidores^{35,84–86}.

O desenvolvimento de produtos com menor teor de sal tem tido por base diversas estratégias e objetivos nacionais implementados. Contudo, a produção destes produtos permanece nos dias de hoje um desafio para a indústria alimentar. As principais dificuldades são comuns a todas as empresas deste setor: i) alterações nas perceções organoléticas do produto alimentar, ii) segurança e conservação alimentar e iii) aceitação do consumidor^{35,84}.

Posto isto, para uma primeira abordagem na reformulação de um dado alimento, é importante responder às seguintes questões:

- 1) Qual o motivo da adição de Na ao produto?
- 2) Qual a concentração de Na adicionada?
- 3) Quais as fontes de Na presentes no produto?
- 4) O que pode ser efetuado para diminuir o teor de Na?

As respostas a estas perguntas tornam-se essenciais e cruciais para aplicação de métodos mais adequados na reformulação de um produto alimentar. Existem quatro técnicas-base utilizadas na indústria alimentar para minimizar o teor de Na nos alimentos:

- A. Redução;
- B. Remoção;
- C. Substituição;
- D. Combinação de algumas técnicas-base mencionadas anteriormente.

A redução consiste na diminuição da quantidade de NaCl, sem que haja compensação ou substituição deste por outro composto³⁵. Contudo, de forma a que não ocorra rejeição por parte do consumidor, e que nenhum sal seja posteriormente adicionado por este, deve ser executada uma redução gradual deste teor. Deste modo, é possível que não ocorra uma alteração sensorial demasiado perceptível no próprio alimento e que seja criado um hábito no consumidor. Assim, a qualidade e as características sensoriais do produto podem possivelmente ser mantidas através de uma quantidade mais baixa de Na^{35,86,87}. Porém, esta técnica simples de redução gradual depende da natureza do alimento que condiciona a sua conservação e segurança para consumo humano³⁵.

Esta estratégia também depende do tamanho da estrutura cristalina (granulometria) do próprio sal que é adicionado ao produto alimentar. As dimensões dos cristais salinos influenciam a sua difusão na matriz alimentar e, por conseguinte, a percepção de sabor salgado. Esta percepção aumenta quanto menor for a morfologia destes cristais. Tal deve-se ao aumento da solubilidade do NaCl que, consequentemente, conduz a uma libertação mais rápida do íão Na na cavidade bucal. Por fim, esta libertação permite o alcance, num menor intervalo de tempo, da intensidade máxima do sabor salgado presente no alimento ^{83,88,89}. A melhoria da taxa de dissolução, através da diminuição do tamanho das partículas de sal, e o melhoramento na distribuição espacial do sal nas matrizes alimentares, podem ser uma ajuda extra na redução gradual do teor sal. Ambos permitem uma alteração sensorial pouco perceptível no produto ^{83,86,89}.

A presença de NaCl na composição de um alimento pode, por vezes, ser apenas proveniente da sua adição externa, tendo como único propósito dar sabor. Ou seja, as suas quantidades acrescidas não estão propriamente relacionadas com as suas restantes multifunções, como a conservação e o melhoramento da textura e da aparência. Caso esta seja a única fonte de sal do produto alimentício, assim como o seu objetivo, pode recorrer-se à sua remoção, mas sem pôr em causa a sua qualidade e a segurança alimentar. Esta estratégia pode ser sempre aplicada quando os teores de sal excedem a concentração estritamente necessária, para exercer as suas funcionalidades, na matriz alimentar ³⁵.

As estratégias de remoção, como o seu próprio nome indica, consistem na eliminação do teor de sal da matriz alimentar, sem que haja uma substituição ou compensação por parte de outro composto semelhante. Trata-se de uma técnica simples e de baixo custo, mas que requer um cuidado acrescido, relacionado com as prováveis alterações sensoriais. Contudo, este método é restrito a alguns tipos de alimentos processados ^{35,90}. A indústria de conservas e enlatados de pescado tem vindo cada vez mais a aplicar gradualmente esta estratégia, em especial em espécies como o atum, o salmão e a sardinha. Para disfarçar esta eliminação de sal têm utilizado como alternativa a imersão destes produtos em água ou em óleo vegetal ³⁵.

Para além destas duas técnicas anteriormente referidas, pode recorrer-se a um outro método, a substituição, parcial ou total, do NaCl adicionado na formulação do produto alimentício. O uso deste método permite reduções do teor de sal até cerca de 60%, mesmo que alguns tipos de substitutos contenham, na sua própria composição, NaCl. É comum o uso deste género de substitutos, pois nem sempre é possível a substituição total do NaCl num dado alimento ^{35,87,90}.

De forma a que a reformulação de um produto alimentar seja bem-sucedida, através desta estratégia de substituição de sal, são efetuados vários testes preliminares. Contudo, nem sempre é fácil eliminar por completo o aparecimento de sabores desagradáveis. Esta principal barreira desta estratégia pode ser ultrapassada combinando diferentes substitutos e a aplicação de novas tecnologias. Para além destas vantagens, a sua versatilidade e rapidez torna-a numa das técnicas mais utilizadas na reformulação de produtos alimentares, neste caso, em produtos da pesca ^{35,90}.

A estrutura cristalina do próprio sal comum, como dos possíveis substituintes, tem influência na aplicação desta técnica. No geral, são utilizadas diferentes formas físicas, desde aglomerados a nanocristais, para facilitar a manipulação durante o processamento do alimento ^{35,88}.

A adição de um ou mais substituintes tem como propósito melhorar o paladar (mais especificamente aumentar a percepção de sabor salgado), como também manter as propriedades funcionais dadas pelo Na, com as mínimas modificações organoléticas possíveis no produto alimentar ^{35,90,91}. Existem vários substituintes de NaCl utilizados na área alimentar, entre os quais se destacam os seguintes:

- Sais minerais;
- Ácidos orgânicos;
- Açúcares;
- Cisteína;
- Fosfatos;
- Proteínas funcionais;
- Bicarbonato de potássio;
- Lactatos;
- Ervas e especiarias;
- Compostos aromatizantes;
- Intensificadores/modificadores de sabor;
- Combinação de vários substituintes ^{35,90,92}.

Por exemplo, a sensação de sabor salgado pode permanecer inalterada após a diminuição da percentagem de Na num alimento, através do uso de intensificadores/modificadores de sabor (mais informação consultar o capítulo 5.3). Estes, por sua vez, são cada vez mais utilizados na reformulação de produtos alimentares. A combinação entre a concentração de sal e o uso de intensificadores de sabor pode ser uma boa solução para o setor alimentar. Para além de ser um método relativamente económico, permite também compensar as possíveis perdas sensoriais. Através desta conjunção é possível reduzir o teor de sal de um dado alimento, entre 30%-50%, mantendo o seu perfil sensorial característico e as expectativas do consumidor ^{35,86,93}.

Resumindo, a conjunção das três técnicas-base mencionadas acima poderá ser uma solução alternativa e eficaz para reformular produtos existentes no mercado, assim como produzir novos alimentos que contenham baixo teor de sal ³⁵.

5.2 Uso de outros sais

A utilização de outros sais minerais como substitutos do NaCl tem sido uma prática comum na indústria dos alimentos. Mais especificamente, eles têm sido usados em técnicas de redução e substituição (total ou parcial) de sal comum na formulação de produtos alimentares. No geral, este tipo de substituintes influencia a aw, as propriedades funcionais e a capacidade de retenção da água (WHC) da matriz muscular do pescado. O KCl, CaCl₂, MgCl₂, sal marinho, bem como, o sulfato de magnésio (MgSO₄), são alguns exemplos de compostos minerais considerados como alternativas às problemáticas associadas ao excesso de adição de NaCl nos produtos da pesca. A combinação destes

compostos com a diminuição da concentração de Na e a redução da morfologia dos cristais de sal, são também vistas como possíveis soluções para esta problemática ^{35,90}.

Contudo, a adição de elevadas concentrações de sais minerais, ricos em K, Mg e o Ca, para além de conferirem um sabor salgado, podem afetar a degustação e estimular outro tipo de sabores desagradáveis, tais como o sabor amargo, metálico e adstringente^{37,46,90}. Estes sabores indesejados podem ser disfarçados com a adição de intensificadores de sabor, especialmente bloqueadores de amargura através dos seus aromas à base de *umami*. Esta mistura combinada entre os sais minerais e os modificadores de sabor tem vindo a ser uma das estratégias mais utilizada na substituição do NaCl ^{33,35,91}.

O sal mineral mais semelhante ao NaCl, em termos de características multifuncionais, antimicrobianas e organoléticas, é o KCl. Este, por sua vez, possui uma salinidade idêntica, o que permite uma substituição até cerca de 30% ou, em caso de ser conjugado com outros tipos de ingredientes, até aproximadamente 50%. Esta percentagem de substituição e remoção varia consoante o género alimentício em causa ^{42,90,94,95}.

O KCl é uma das melhores alternativas, sendo dos substituintes mais usados na indústria alimentar. O K está presente no fluido intracelular, e é essencial para o bom funcionamento dos músculos, órgãos e nervos, sendo bastante benéfico para a saúde humana. A sua ingestão ajuda na diminuição da pressão arterial, principalmente na população com hipertensão, na excreção urinária de Ca e na proteção dos ossos ^{42,46,62,94,95}. Posto isto, e pelo facto de contribuir para a prevenção de doenças cardiovasculares, é recomendada pela OMS uma ingestão diária de pelo menos 3,5 g de K nas pessoas adultas. Porém, é necessário manter um equilíbrio referente à concentração ingerida, pois caso esta seja excessiva poderá desenvolver-se hipercalemia (concentrações de K acima de 5,5 mmol/L), ou então, em caso de défice poderá ocorrer hipocalemia (concentrações de K abaixo de 3,5 mmol/L). Em ambas as situações ocorre o desenvolvimento de diversos problemas de saúde ^{33,41,87,96}. A ingestão de K pode ser proveniente de vários géneros alimentícios, mas as principais fontes são os alimentos frescos e os que sofrem menos processamento, tais como os vegetais e as frutas ^{95,97}.

Embora haja uma elevada percentagem de equivalência, na matriz alimentar, entre as funcionalidades do NaCl e as do KCl, a eficácia dos efeitos antimicrobianos é ligeiramente inferior neste último. Tal deve-se à diferença entre as massas moleculares relativas entre o catião de Na e o catião de K, que consequentemente proporciona diferentes efeitos osmóticos. Este efeito celular não varia consoante o peso dos diferentes sais minerais, mas sim, consoante as suas concentrações molares. Desta forma, para o KCl ter a mesma capacidade de inibição microbiana que o NaCl, é necessário adicionar uma quantidade de KCl cerca de 1,5 vezes maior no produto ^{35,90}. Embora haja esta ligeira diferença, através de um estudo realizado comprovou-se a igualdade das propriedades antimicrobianas do NaCl e do KCl para determinadas espécies de bactérias patogénicas (ex.: *Shigella flexneri*, *Enterobacter sakazakii*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica* e *Staphylococcus aureus*)³⁵.

Atualmente já foram realizados diversos estudos referentes à substituição parcial de NaCl por KCl em pescado. No geral, não se verificaram alterações relevantes nas características organoléticas e antimicrobianas ⁸⁶. Por exemplo, nos produtos da pesca defumados, esta substituição não provocou

alterações significativas em termos sensoriais e não foram detetadas toxinas produzidas por *Clostridium botulinum* tipo E, nem crescimento de outros microrganismos fora dos limites viáveis. Outro estudo científico realizado no bacalhau salgado e no seu processamento demonstrou que a substituição parcial de 50% de NaCl por KCl na salmoura utilizada potencia consideravelmente a redução de Na na composição do produto final. Contudo, neste estudo comprovou-se que o pH da salmoura tem influência na eficácia da substituição parcial de NaCl por KCl. Verificou-se também que a utilização de um pH mais básico (ex.: 8,5) pode afetar, negativamente, a capacidade de extração da água da proteína, aumentando a sua dureza. Em suma, se esta substituição do NaCl por KCl for feita nas devidas condições e nas concentrações adequadas, o rendimento do processo, assim como, a perda de gotejamento não são afetados de forma considerável ³⁵. Os sais divalentes, CaCl₂ e MgCl₂, também foram testados neste estudo científico, concluindo-se que também podem ser usados para substituir parcialmente o NaCl na salmoura deste processamento. Estes, mesmo em baixas concentrações, podem contribuir para a diminuição da penetração de Na no músculo do bacalhau, desde que o seu pH permaneça a 6,5. Para além disso, são sais que não prejudicam a qualidade microbiológica nem as características sensoriais, podendo até melhorar a sua textura e cor. A presença destes sais ajuda a evitar o aparecimento da coloração amarela, característica do bacalhau totalmente curado ^{35,63,80}. Qualquer um destes cátions (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) se usado como substituto do Na⁺ no processo de salmoura pode influenciar as trocas dos fluxos de massas que ocorrem durante a salga a seco com o NaCl. Além disso, quando incorporados no músculo do bacalhau influenciam as propriedades funcionais das proteínas musculares, afetando essencialmente a sua dureza ³⁵.

No geral, as diferentes concentrações de cátions e aniões que constituem os sais minerais influenciam a estabilidade, o armazenamento e as características organoléticas da matriz alimentar. A presença de sais minerais permite diminuir a aw existente na composição alimentar e, consequentemente, é desencadeado um efeito inibitório importante referente ao crescimento indesejado de microrganismos e à deterioração do produto. O grau desta inibição é influenciado pelo tipo de cátion utilizado e pela sua concentração presente no produto alimentar. Por exemplo, a presença do cátion Na permite a inibição de *Clostridium botulium* e *Listeria monocytogenes*. Já cátions divalentes, como o Mg²⁺, possuem um poder de inibição maior para outras espécies de microrganismos. Segundo diversos estudos realizados, para além destes fatores, as propriedades intrínsecas do alimento como, por exemplo, o pH, assim como, a mistura de sais minerais utilizada, também influenciam o crescimento de diferentes espécies microbianas ^{80,86,90,98}.

Este conjunto de variáveis pode interferir com a segurança alimentar, sendo necessária uma avaliação cuidada e específica da escolha do substituinte mineral, ou da mistura deles, mais adequada para cada produto alimentar. Por vezes, são adicionados compostos antimicrobianos para compensar algum tipo de diminuição do efeito inibidor microbiano consequentemente criada pela redução/substituição da presença de Na. Todavia, esta avaliação tem como principal objetivo garantir a conservação do alimento, assim como, torná-lo apto para consumo humano. Para tal, não é aconselhado generalizar possíveis alternativas bem-sucedidas para todos os géneros alimentícios,

visto que cada alimento é sujeito a diferentes tipos de processamentos e apresenta diferenciação na sua composição nutricional ^{80,86,99}.

5.3 Uso de intensificadores de sabor

Os intensificadores de sabor são substâncias que aumentam a intensidade da percepção de sabor, sem a modificar e que funcionam como ativadores e intensificadores dos recetores gustativos (relacionados com o sabor *umami*) presentes na boca. Desta forma, eles ajudam a melhorar o paladar. Contudo, não conferem os restantes atributos conferidos pelo NaCl aos alimentos. Por outro lado, os intensificadores de sabor têm diversas aplicações no pescado, sobretudo em refeições prontas a consumir e em molhos. ^{35,89,93}.

Existe uma gama variada deste tipo de compostos, sendo alguns exemplos mais conhecidos os seguintes:

- Bloqueadores de amargura;
 - ✓ Glutamato Monossódico (MSG)
 - ✓ Trehalose
 - ✓ Adenosina-5'-monofosfato (AMP)
 - ✓ Lactose
 - ✓ L-lisina e L-arginina
 - ✓ 2,4 - Ácido hidroxibenzóico (2,4-DHBA)
 - ✓ Gluconato de sódio
- Proteína Vegetal Hidrolisada (HVP);
- Extratos de levedura;
- 5'-Nucleótidos (monofosfato de inosina (IMP) e monofosfato de guanosina (GMP));
- Ácidos orgânicos (lactatos e alguns aminoácidos);
- Ervas e especiarias;
- Sais minerais ³⁵.

O intensificador de sabor mais comum e utilizado mundialmente é o MSG. Embora seja uma alternativa ao NaCl e a outros tipos de sais minerais é uma fonte de Na derivada do ácido glutâmico (aminoácido não essencial presente em diversos alimentos). O MSG possui cerca de 12,28 g de Na/ 100 g de produto na sua composição, representando cerca de 1/3 do Na presente no NaCl (39,34 g / 100 g). Mais ainda, este composto é frequentemente usado na indústria alimentar por intensificar o sabor salgado, através da adição do seu gosto *umami*, e sensibilizar as papilas gustativas. Em quantidades adequadas, o teor de Na presente no MSG permite uma redução deste mineral entre 30% a 40% nos produtos alimentares comparativamente ao NaCl ^{35,90,100,101}. Outro motivo pela sua contínua utilização é o facto de ser um ótimo bloqueador de amargura/sabor metálico, desencadeado por outros componentes (ex.: KCl) presentes no alimento ¹⁰². O MSG pode ser extraído de alimentos ricos em proteína tais como: algas, cogumelos, cebolas, soja, tomates, entre outros ^{35,88}. Este composto possui

a desvantagem de ter um intervalo de limite aceitável (entre 0,1% - 0,8%) para consumo humano. Assim, a sua aplicação no produto alimentar não deve exceder estes valores recomendados pela FDA (*"Food and Drug Administration"*) para não pôr em causa a segurança alimentar do consumidor ^{90,101}. Na figura 5.1 estão representados os diferentes sais de glutamato que são adicionados como aditivos alimentares¹⁰¹.

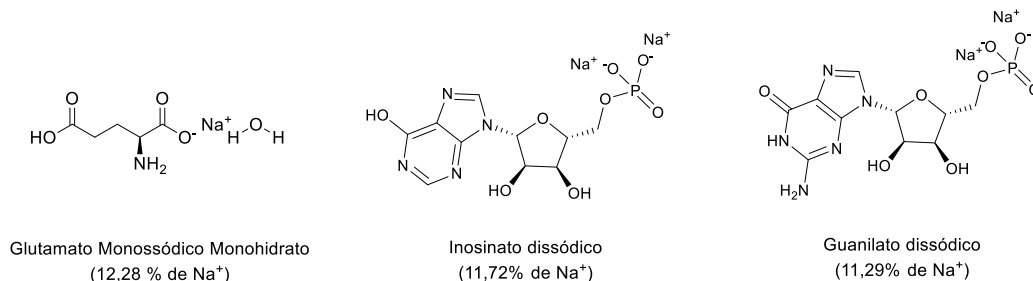


Figura 5.1 - Estruturas químicas e respetivas percentagens de Na dos sais de glutamato utilizados como intensificadores de sabor na indústria alimentar. Adaptado de ¹⁰¹.

Como já mencionado em cima, outros tipos de bloqueadores de sabor amargo, para além do MSG, são os seguintes: lactose; trehalose; aminoácidos, como a L-lisina e L-arginina; adenosina-5'-monofosfato (AMP); 2,4 - ácido hidroxibenzóico (2,4-DHBA), entre outros. Como o próprio nome indica e à semelhança do MSG, estes compostos também são conhecidos por terem a capacidade de impedir a perceção de sabor amargo/metálico do alimento, para além de fornecerem a perceção salgada ^{35,90}.

A trehalose, um dissacarídeo da glucose, é considerada um aditivo alimentar autorizado pela Comissão Europeia desde 2001 ^{37,103}. Este açúcar não redutor, que não participa nas reações de Maillard, pode ser encontrado naturalmente em diversos alimentos, tais como mel, cogumelos, levedura da cerveja, entre outros ^{62,104,105}. Através da sua doçura persistente consegue suprimir e, até mesmo, eliminar a sensação de sabor metálico e/ou amargo, para além de aumentar o sabor salgado no alimento. A presença de açúcar na matriz alimentar possui, em comum com o sal, a funcionalidade de reduzir a aw através do processo osmótico e, consequentemente, assegurar a estabilização da atividade microbiana ^{103,104}. A trehalose está presente na composição de produtos alimentares processados (refrigerados e congelados) pela sua capacidade de resistência a temperaturas mais baixas. Para além disso, é também resistente a elevadas temperaturas e a diversos valores de pH existentes nos alimentos. Trata-se de um potenciador de sabor muito versátil e utilizado no setor alimentar devido não só às características anteriormente mencionadas, mas também ao facto de não ser tóxico e por proporcionar um sabor doce em baixas concentrações ^{62,105}. Este intensificador de sabor está frequentemente presente em bebidas desportivas e barras energéticas ⁹⁰.

A proteína vegetal hidrolisada (HVP) é outro exemplo de um intensificador de sabor que proporciona, como característica, a ativação do sabor *umami* no produto alimentar devido à presença de MSG na sua composição. Embora seja usada para diminuir o teor de sal possui limites aceitáveis de utilização, sendo o seu uso restrito a alguns alimentos, como caldos ou outros que contenham sabor a carne ^{90,100,106}.

Na indústria alimentar também são muito utilizados outro tipo de ingredientes naturais como os extratos de levedura. Estes são obtidos a partir da fermentação com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Devido à presença de compostos aromatizantes, compostos voláteis e não-voláteis na sua composição, estes extratos são utilizados como potenciadores de sabor, ou até mesmo para camuflar sabores desagradáveis em alimentos. Os extratos de levedura são vistos como uma alternativa para reduzir o teor de sal em determinados produtos alimentícios (ex.: queijo) por possuírem um sabor salgado e *umami*. Para além destas características são fontes ricas em vitaminas do grupo B, , nucleótidos, péptidos e aminoácidos como o ácido glutâmico, entre outros ^{35,47,107}.

O monofosfato de guanosina (GMP) e o monofosfato de inosina (IMP) são 5'-nucleótidos que possuem um elevado efeito sinérgico, sendo considerados como opções na redução das concentrações de NaCl em produtos da pesca. A combinação destes intensificadores de sabor pode permitir o aumento da perceção de sabor salgado e doce, e eliminar sabores indesejados (sabor azedo e amargo). Devido à sua eficácia a níveis de partes por bilião são vistos como exemplos muito potentes. Estes nucleótidos e os seus precursores podem ser encontrados em concentrações altas nos sistemas biológicos, sendo os peixes um exemplo de produto alimentar muito rico em IMP ³⁵.

Outros substituintes que podem ser utilizados em técnicas de redução de NaCl são os ácidos orgânicos. A adição destes compostos na matriz alimentar é recorrente na indústria porque eles contribuem essencialmente para a estabilidade microbiana, devido ao facto de possuírem propriedades que ajudam no controlo da acidez e pH ³⁵. Embora a presença destes conservantes químicos no alimento tenha uma ação antimicrobiana, em determinadas concentrações, eles podem influenciar negativamente o sabor desejado no produto final, o que poderá ser um fator limitante na sua utilização. Alguns exemplos mais comuns são: ácido cítrico, ácido benzóico, ácido acético (também conhecido como vinagre), entre outros ácidos resultantes dos processos de fermentação ^{35,91}.

A utilização de especiarias e ervas é um método natural e antigo, e de uso comum, principalmente na cozinha. Estes ingredientes têm como vantagem acrescentar sabor ao alimento através das suas propriedades aromatizantes. Desta forma, também é possível mascarar, em parte, a redução de sal, não sendo perceptível a sua falta por parte do consumidor final. Trata-se de uma abordagem simples e suave para a matriz alimentar. Esta adição tradicional é aplicada essencialmente em molhos, refeições prontas a consumir, carnes, sopas e bebidas quentes. Contudo, no pescado esta abordagem nem sempre é satisfatória devido principalmente à alteração sensorial que pode proporcionar. Alguns exemplos de especiarias e ervas que têm sido adicionadas aos produtos alimentares são: pimenta preta, cominhos, manjerição, gengibre, alho, açafrão, entre outras.

^{35,45,90,108,109}

Para além das características mencionadas anteriormente, as ervas e especiarias também possuem propriedades conservantes e benéficas para a saúde. Tal deve-se à presença de compostos bioativos na sua composição, particularmente de compostos fenólicos, que lhes conferem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Através do poder antioxidante conferido pelos compostos fenólicos é possível prevenir uma rápida deterioração alimentar causada, por exemplo, pela oxidação lipídica. Mais ainda, segundo diversos estudos, estes ingredientes têm também uma ação antimicrobiana e

melhoram as características organoléticas dos alimentos ¹⁰⁸⁻¹¹¹. Como resultado, são produtos que têm cada vez mais relevância no setor alimentar e na aceitabilidade do consumidor final devido ao aumento da procura por alimentos mais frescos e livres de aditivos artificiais. Apesar do preço ligeiramente mais elevado em comparação com o de outros intensificadores de sabor (principalmente em países orientais), as ervas e as especiarias têm cada vez mais relevância. São assim considerados aditivos alimentares não só sensoriais, como também multifuncionais, tratando-se de alternativas ao sal muito plausíveis ^{108,110,112}.

Mais informação sobre o uso de sais minerais como intensificadores de sabor pode ser consultada na seção 5.2.

Atualmente existem produtos alimentares (ex.: produtos fumados à base de pescado e bacalhau salgado seco) com baixo teor de sal considerados bem-sucedidos e que foram desenvolvidos utilizando intensificadores de sabor na sua reformulação. O seu uso permitiu uma diminuição de cerca de 50% na concentração de sal em determinados alimentos à base da pesca, sem comprometer a sua qualidade e segurança alimentar ^{35,90}. Contudo, como referido anteriormente, alguns dos exemplos apresentados (ex.: MSG) apenas podem ser adicionados nos alimentos até determinados limites aceitáveis. Mais ainda, os intensificadores de sabor são considerados aditivos alimentares, sendo declarados desta forma na embalagem do produto alimentar se usados na sua preparação. Devido à crescente aversão dos consumidores por aditivos alimentares, a sua aceitação é muitas vezes colocada em causa ⁸⁸.

5.4 Adição de outros ingredientes

Atualmente também têm sido explorados outros tipos de ingredientes, para além dos mencionados anteriormente, como os hidrocolóides, enzimas, fosfatos, algas, condimentos (ex.: limão), etc. Resultados promissores na redução de sal têm sido observados com o uso destes ingredientes em produtos da pesca e da aquacultura ³⁵. Contudo, a diminuição da concentração de sal nestes produtos pode trazer consequências na extração e solubilidade das suas proteínas e, consequentemente, afetar as suas propriedades organoléticas, funcionais e mecânicas. Como tal, por vezes é necessária a adição de modificadores de textura e agentes de ligação para evitar alguns destes problemas. Por exemplo, os hidrocolóides são aditivos alimentares cada vez mais relevantes na reformulação de produtos à base de pescado pois para além de atuarem como substituintes de sal, também contribuem para o melhoramento das propriedades funcionais e da textura da matriz alimentar. As proteínas parcialmente hidrolisadas (ex.: soro de leite), permeados à base de leite, xantana, guar, carragena e pectinas são alguns exemplos destes ingredientes que têm vindo a ser estudados em matrizes alimentares como surimi, pudins e pasta de peixe, bem como, em outros produtos da pesca ^{35,45}. As proteínas não musculares, como a proteína de soja, a caseína, a clara de ovo e o glúten de trigo também têm demonstrado relevância nestes estudos científicos. A adição destes ingredientes pode ser feita individualmente ou em conjunto com outros hidrocolóides e até em simultâneo com o NaCl ³⁵.

Outro ingrediente que pode favorecer as propriedades funcionais e físicas afetadas pela redução de sal nos produtos processados da pesca e da aquacultura é a transglutaminase microbiana

(MTGase). Esta enzima cálcio-independente tem tido especial relevância no setor alimentício essencialmente por catalisar a polimerização e a ligação cruzada (reticulação) de proteínas através da formação de ligações covalentes entre as mesmas. Como tal, ela ajuda na melhoria das propriedades texturais e na reestruturação/reformulação de produtos alimentares (ex.: em produtos inovadores). Esta enzima promove, como exemplo, ligações entre a miosina, o soro de leite e o glúten. A sua aplicação tem sido principalmente estudada em matrizes alimentares como pasta de peixe (ex.: surimi). Os resultados obtidos têm comprovado o melhoramento da geleificação do produto alimentar e, consequentemente, o aumento da sua firmeza. Para além disso, a MTGase tem a vantagem de contribuir para a inibição da proteólise. Contudo, os resultados observados também demonstraram que a sua adição requer uma percentagem de NaCl para que ela possa desempenhar as suas funções na matriz alimentar. Mesmo tendo esta particularidade, é uma enzima vista como uma boa alternativa nas técnicas de redução de sal em produtos da pesca ^{35,113}.

Os fosfatos são frequentemente utilizados no setor alimentar devido à sua capacidade de prevenir a oxidação lipídica (ex.: rancificação) e de retenção da água. Estes aditivos alimentares não só possuem um efeito quelante em metais polivalentes, como também funcionam como dispersantes e emulsionantes em gorduras. Um outro atributo destes aditivos é o seu efeito coagulante e gelificante sobre as proteínas. Em estudos realizados comprovou-se que os fosfatos ao serem adicionados no pescado melhoram a sua maciez (textura), a sua interação proteína-água, o seu próprio rendimento e a qualidade do produto final. Para além disto, eles contribuem para a sua estabilidade e melhoramento de sabor. Alguns exemplos mais comuns destes ingredientes são o fosfato de sódio, tripolifosfato de sódio, hexametáfosfato de sódio, pirofosfato tetrassódico e pirofosfato ácido de sódio. Embora estes ingredientes tenham Na na sua composição e contribuam para a percentagem total de Na no produto final, eles podem ajudar na diminuição da concentração de NaCl que é adicionada posteriormente. Uma alternativa a esta possível desvantagem poderá ser o uso de fosfato de potássio ^{35,114}.

A adição de algas pode ser vista com uma outra alternativa para diminuir os teores de Na em produtos alimentares. Por exemplo, as macroalgas marinhas comestíveis têm tido especial destaque no setor alimentar, não só por retardarem a oxidação lipídica do pescado, como também pelo seu elevado valor nutricional e consequentes benefícios para a saúde humana. Estes ingredientes de origem vegetal são ricos em fitoquímicos ativos, proteínas, aminoácidos e hidratos de carbono (ex.: fibras diatéticas). Além disso, possuem elevadas concentrações de vitaminas (A, C, E e do complexo B). Embora contenham lípidos mono e polinsaturados na sua composição são pobres em calorias. Estas algas marinhas podem funcionar como substitutos de NaCl nos produtos alimentares (inclusive nos produtos da pesca) por possuírem um elevado e diversificado conteúdo mineral na sua composição (ex.: Na, K e I) ^{35,115,116}.

Contudo, existem condimentos como o limão e alguns produtos derivados da uva (ex.: vinho e bagaço de uva) que apesar de ainda não terem sido muito explorados em produtos à base de pescado poderão vir a ser considerados como possíveis substitutos totais ou parciais de sal ^{45,108}. Por exemplo, o vinho é um condimento utilizado no setor alimentar e em muitas preparações culinárias, sobretudo na preparação de molhos e para marinar ingredientes. O sabor característico dado pelos seus

compostos aromáticos voláteis e não voláteis tende a melhorar e intensificar os sabores presentes nos pratos e nos produtos alimentares, pelo que pode ajudar a disfarçar a diminuição/ausência de sal no produto alimentar. Por outro lado, o bagaço de uva (subproduto derivado do vinho) também pode ter potencial como ingrediente substituto do sal pois para além de melhorar a perceção sensorial possui na sua composição compostos fenólicos que inibem a oxidação lipídica e também proporcionam um efeito antimicrobiano. Porém, a presença destes compostos por vezes pode proporcionar adstringência, podendo comprometer a aceitabilidade do consumidor. Estes dois últimos ingredientes (vinho e bagaço de uva) já foram testados em várias matrizes alimentares como iogurtes e molhos para saladas. Em relação a produtos à base de pescado, ambos foram testados numa pasta de anchovas e, no geral, foram obtidos resultados bastante favoráveis ¹⁰⁸.

5.5 Recurso a novos processos tecnológicos

De forma a reduzir o teor de Na, além da adição dos ingredientes alternativos ao NaCl, por vezes é necessária a adição/substituição de etapas ou processos para garantir não só a segurança alimentar, como também a estabilidade organoléptica e microbiana no produto final ³⁵.

No geral, para assegurar a conservação antimicrobiana dos produtos alimentares reduzidos em teor de sal são utilizados processos térmicos como, por exemplo, a pasteurização e a esterilização ¹¹⁷. A pasteurização é um processo de conservação de alimentos que foi desenvolvido por Louis Pasteur em 1864. Neste tratamento térmico são aplicadas temperaturas inferiores a 100 °C. Já a esterilização é um método térmico mais agressivo, pois expõe os alimentos a temperaturas superiores a 100 °C, o que permite a inativação total de microrganismos patogénicos. Embora estes processos térmicos possam garantir a segurança alimentar dos produtos reformulados e reduzidos em sal, as elevadas temperaturas podem comprometer a sua qualidade, mais especificamente as características sensoriais e funcionais ¹¹⁸. Como tal, a sensibilidade do pescado deve ser tida em consideração quando se pretende efetuar este tipo de processos. Uma solução a esta desvantagem dos processos térmicos é o uso de temperaturas mais baixas, por exemplo, entre 50 °C a 70 °C ³⁵.

Uma outra alternativa que garante a conservação dos alimentos e que não exige altas temperaturas é a aplicação do Processamento de Alta Pressão (HPP). Neste processo é exercida uma pressão sobre o alimento que pode variar entre os 100 a 1000 MPa. Esta aplicação na matriz alimentar é feita de forma uniforme e instantânea, independentemente da sua forma, composição ou massa ¹¹⁹. O método HPP não só permite manter as propriedades nutricionais e sensoriais da matriz alimentar, a inativação dos microrganismos patogénicos (ex.: bactérias e vírus) e a prevenção da sua deterioração, como também pode ajudar a melhorar as suas propriedades funcionais. Trata-se de um método vantajoso em comparação com os métodos térmicos convencionais, em especial para pastas de peixe (ex.: surimi), devido não só às vantagens já mencionadas, como também à qualidade superior do gel que é induzida ^{35,119–121}. Além disso, é um método muito admirado pelo setor alimentar e pelos consumidores na conservação de alimentos por ser livre de aditivos (ex.: conservantes) e por diminuir o processamento dos produtos alimentares ¹²². Outros pontos positivos do HPP são os baixos

consumos energéticos, o ser ecológico e poder ser aplicado em produtos já embalados ¹¹⁹. Contudo, trata-se de método que exige um equipamento muito dispendioso ¹²³.

A tecnologia ultrassom (HPU) é outro exemplo de método não térmico recente na indústria alimentar e que tem por base o uso de ondas ultrassónicas. A implementação deste novo método no processamento de produtos alimentares tem sido cada vez mais frequente devido aos seus efeitos benéficos ao nível físico, químico, antimicrobiano e organolético. Na indústria alimentar esta tecnologia inovadora tem tido especial destaque na conservação de alimentos. Para além disto, é um método seguro, ecológico e económico ¹¹⁷. A figura 5.2 demonstra a faixa de frequência das ondas sonoras em que se enquadra o ultrassom que é utilizado e aplicado nos produtos alimentares ¹¹⁷.

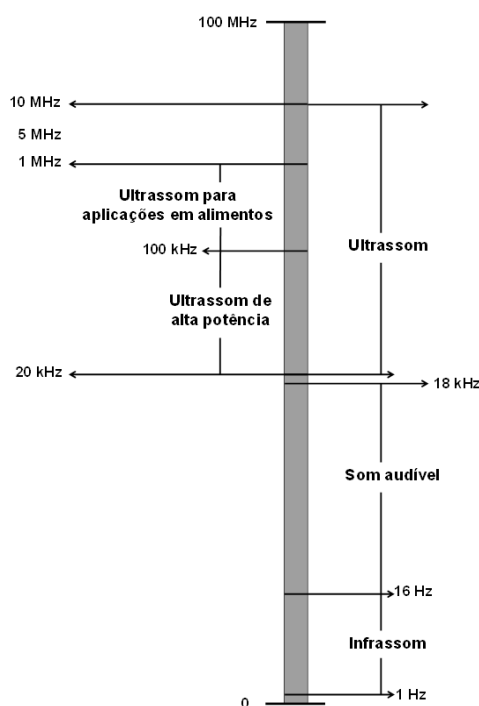


Figura 5.2 - Faixa de frequência das ondas sonoras. Adaptado de ¹¹⁷.

A aplicação de ultrassons de alta intensidade, por si só ou em combinado com outros processos, pode ter relevância no processamento de produtos à base da pesca com teores de NaCl reduzido. Por exemplo, a sua utilização durante o processo de salmoura do pescado permite uma aceleração da transferência de massa, proporcionando diversos benefícios como a inibição microbiana e enzimática, o melhoramento das propriedades físico-químicas e, consequentemente, da qualidade e da estabilidade do produto final. Para além disso, esta tecnologia permite otimizar o tempo de processamento. Em estudos científicos realizados em salmão e cavala foram comprovados os benefícios mencionados em cima, assim como a sua contribuição para a redução de teor de sal. Outra etapa do processamento onde a HPU também pode ser utilizada é na secagem dos produtos da pesca

Os métodos físicos (ex.: moagem, corte, mistura, etc.) são outros processos que podem ser adicionados ao processamento de alimentos com teor de sal reduzido. A vantagem do seu uso é sobretudo o melhoramento das propriedades mecânicas, como textura e viscosidade, da matriz alimentar ³⁵.

Atualmente existem outros métodos, como a eletrodialise (processo de separação ou concentração de iões em soluções com base na sua eletromigração seletiva, através de membranas semipermeáveis sob a influência de um gradiente de potencial) e a osmose reversa (processo de separação de líquidos através de uma membrana semipermeável) que ainda não foram testados em produtos à base de pescado, mas que futuramente poderão vir a ser investigados. Estes podem ou não ser relevantes para futuras estratégias de redução de sal em produtos da pesca ^{124–126}.

6. Produtos salgados à base de pescado e sua importância económica

Como referido anteriormente no capítulo 1.2, o consumo de produtos aquícolas e da pesca aumentou a nível global nos últimos anos devido ao seu elevado valor nutricional e consequente contribuição para um estilo de vida saudável. Através do mais recente relatório anual de mercado dos produtos da pesca da UE comprova-se que esta é um dos principais responsáveis por este aumento. Tal deve-se não só ao consumo no geral, mas também ao aumento das importações realizadas. Para além disto, neste documento estão mencionadas as 20 espécies de peixe mais consumidas, entre elas encontram-se por exemplo: atum (13%), salmão (9%), bacalhau (9%), cavala (3%) e a sardinha (2%), entre outras ²⁸.

As conservas de peixe são dos principais produtos processados provenientes da pesca e da aquacultura que contribuem para os elevados consumos de pescado. Atualmente são considerados produtos alimentares de relevo, não só a nível nacional como também mundial, por serem extremamente nutritivos (elevado conteúdo proteico e lipídico). Para além disso, as conservas de peixe destacam-se no mercado pelo seu sabor intenso, por serem produtos prontos a consumir, serem de fácil utilização e interessantes para os diferentes grupos etários. A indústria conserveira é dos principais setores de transformação dos produtos da pesca em Portugal, sendo essencialmente exportadora ¹²⁷.

A adição de sal nas conservas à base de pescado serve essencialmente para conferir uma melhor textura e sabor. Em Portugal, a presença de sal na maioria destas conservas está dentro do intervalo que é considerado como moderado (teor entre 0,8 g a 1,5 g por cada 100 g de produto) pela Direção-Geral da Saúde (DGS). Contudo, consoante as preferências e preocupações atuais do consumidor, a indústria conserveira evoluiu e adaptou-se, de modo que surgiram as conservas “light”, isto é, conservas com baixo teor ou sem adição de sal. Estas possuem uma quantidade de sal na sua composição $\leq 0,30$ g / 100 g de produto ¹²⁷.

Na tabela 6.1 são apresentados vários tipos de conservas de peixe (incluindo as espécies mais consumidas na UE) e o seu respetivo teor de sal (dados da DGS) ¹²⁷.

Tabela 6.1: Quantidade de sal presente em amostras de conservas de pescado disponíveis no mercado. Adaptado de ¹²⁷.

Matriz alimentar	Tipo de conserva	Quantidade de sal (g) / 100g de produto (Média ± Desvio Padrão)
Atum	Ao natural (n=19)	0,97 ± 0,33
	Em azeite (n=40)	1,21 ± 0,35
	Em óleo (n=24)	1,15 ± 0,35
Bacalhau	Ao natural (n=6)	1,45 ± 0,53
Cavala	Em tomate (n=4)	1,00 ± 0,12
	Em azeite (n=15)	0,97 ± 0,29
	Em óleo (n=7)	1,12 ± 0,16
Sardinha	Em tomate (n=18)	0,86 ± 0,37
	Em tomate picante (n=11)	0,95 ± 0,56
	Em azeite (n=28)	0,70 ± 0,32
	Em óleo (n=17)	0,81 ± 0,43
	Em óleo picante (n=9)	1,02 ± 0,36
	Em limão (n=4)	0,80 ± 0,21
	Ao natural (n=2)	0,67 ± 0,24
Anchovas	Em azeite (n=6)	12,13 ± 3,49
	Em óleo (n=4)	9,63 ± 5,24
Berbigão-mexilhão	Berbigão-Mexilhão (n=18)	1,33 ± 0,32

Os teores apresentados anteriormente na tabela 6.1 são de 2015 e, por isso, foi feita uma pesquisa online para verificar se os valores de sal e sódio nos produtos da pesca encontrados nos supermercados portugueses se mantêm dentro da gama encontrada em 2015. Esta pesquisa online teve por base as cinco espécies de peixe mais consumidas na UE acima referidas. Mais ainda, foi também efetuada uma seleção dos produtos alimentares processados à base de pescado com maior relevo. Os critérios de seleção desta pesquisa foram os seguintes: a disponibilidade no mercado nacional, a popularidade nacional e mundial e a matriz alimentar. A informação resultante da pesquisa está representada nas tabelas 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, e 6.6. De uma forma geral foram encontrados produtos alimentares à base de pescado semelhantes, mas de marcas comerciais distintas, sendo o seu respetivo teor de sal apresentado por 100 g de produto. Este teor encontra-se exposto no rótulo informativo de cada um deles, sendo visível para o consumidor ^{128,129}.

Segundo o relatório anual de mercado dos produtos da pesca da UE, o atum é a espécie de peixe mais consumida na UE, tendo um consumo *per capita* / ano de cerca de 3,07 kg ²⁸. Desde muito cedo que o atum faz parte da alimentação humana, tratando-se de um peixe com vários benefícios para a saúde. É uma espécie muito relevante no setor alimentar, em especial para a indústria conserveira, ¹³⁰ essencialmente devido ao aumento gradual ao longo dos anos da sua popularidade como produto enlatado. Consequentemente, as importações e exportações de atum em lata aumentaram, estabelecendo-se uma forte influência económica não só a nível nacional, mas também na UE. De

momento o atum em lata é o segundo produto alimentar, de origem marinha, mais comercializado internacionalmente ^{28,130}.

A tabela 6.2 demonstra alguns exemplos de produtos alimentares de relevo para o consumidor e no setor alimentar e os seus respetivos teores de sal e Na por cada 100 g de produto. Estes têm como principal ingrediente o atum e estão disponíveis (como já referido) nos supermercados de Portugal.

Tabela 6.2: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por atum. Adaptado de ^{128,129}.

Valor Mínimo Valor Máximo
 \bar{X} = Média σ = Desvio Padrão

Matriz alimentar	Descrição do produto alimentar	Marca	Teor de sal (g)	\bar{X} do Teor de sal (g)	σ do Teor de sal (g)	Teor de sódio (g)	\bar{X} do Teor de sódio (g)	σ do Teor de sódio (g)
Atum	Ultracongelado (ao Natural)	Continente	0,30	-	-	0,12	-	-
	Conservado ao Natural	Continente	1,38	0,98	0,28	0,54	0,38	0,11
		Auchan	1,00			0,39		
		Ramirez	1,00			0,39		
		Bom Petisco	1,00			0,39		
		Galeão	0,50			0,20		
	Conservado em Óleo Vegetal	Continente	1,38	1,05	0,25	0,54	0,41	0,10
		Auchan	1,68			0,66		
		Bom Petisco	1,20			0,47		
		Ramirez	1,00			0,39		
	Conservado em Azeite	Continente	1,38	1,22	0,26	0,54	0,48	0,10
		Auchan	1,50			0,59		
		Bom Petisco	1,20			0,47		
		Ramirez	0,80			0,31		
	Conservado em Azeite e Baixo em Sal	Ramirez	0,30	-	-	0,12	-	-
	Paté	Continente	1,20	1,25	0,53	0,47	0,49	0,21
		Auchan	0,50			0,20		
		La Piara	1,30			0,51		
		Manná	2,00			0,79		

De seguida é feita uma análise e uma comparação mais precisa entre os teores de sal encontrados nos vários alimentos apresentados na tabela 6.2. Para tal, considerou-se o atum ultracongelado a nossa amostra “padrão” visto ser o produto com menor quantidade de sal (0,30 g / 100 g de produto) e, conseqüentemente, de Na, como era de esperar uma vez que nenhum sal foi

adicionado durante o seu processamento. Desta forma, é possível avaliar a quantidade de sal adicionada nos restantes produtos.

Como referido anteriormente, o consumo de atum é muito popular através de conservas. De acordo com as tabelas 6.1 e 6.2, os 3 principais tipos de conservas de atum são: ao natural, em óleo vegetal e em azeite. Na tabela 6.2 verifica-se que todas estas conservas de atum permanecem dentro do intervalo de teor de sal que foi considerado como moderado pela DGS em 2015 (0,8 g - 1,5 g de sal por cada 100 g) ¹²⁷. A única exceção é a conserva em óleo vegetal da marca Auchan que apresenta uma quantidade de sal ligeiramente superior (1,68 g de sal / 100 g). Contudo, a DGS aconselha a escolha de conservas de atum que possuam teores de sal abaixo de 0,90 g, dado que por norma não é consumida somente uma lata de atum por dia ¹²⁷.

Durante a pesquisa efetuada em conservas à base de atum, apenas foi encontrado um produto com baixo teor de sal da marca Ramirez. Esta conserva de atum em azeite com baixo teor de sal foi lançada no mercado em maio de 2020 com o principal propósito de apelar a uma alimentação mais saudável e prevenir as doenças cardiovasculares. Na tabela 6.2 podemos verificar que este produto alimentar contém apenas 0,30 g de teor de sal / 100 g de produto, valor igual ao da amostra padrão. Na figura 6.1 é possível observar a embalagem da conserva de atum em azeite com baixo teor de sal

131.



Figura 6.1 - Conserva de atum em azeite com baixo teor em sal da marca Ramirez ¹³¹.

Para além da conserva apresentada anteriormente ser das escolhas mais recomendadas pelo seu baixo teor de sal, a conserva em azeite da Ramirez e a conserva ao natural da marca Galeão são outras possíveis escolhas aconselhadas visto apresentarem teores de sal $\leq 0,80$ g / 100 g (dos teores mais baixos encontrados nos supermercados neste tipo de produtos) ¹²⁷.

Em relação ao paté de atum, este é um produto alimentar que possui um processo de transformação distinto das conservas. De acordo com a tabela 6.2, verifica-se que todas as marcas de paté de atum apresentadas contêm teores de sal diferentes. O valor mais alto corresponde à marca Manná, sendo inclusive este o produto alimentício com maior teor de sal desta tabela (2 g de sal por cada 100 g de produto), o que significa que a ingestão de apenas 100 g deste paté de atum representa cerca de 2/5 da dose diária aconselhada pela OMS ³³. Em contrapartida, a marca Auchan possui um paté de atum relativamente baixo em sal (0,50 g de sal / 100 g de produto), semelhante ao valor da amostra padrão.

Uma outra espécie muito apreciada pelos cidadãos europeus e, principalmente, pelos portugueses é o bacalhau. Este é a segunda espécie mais consumida na UE, com um consumo de 2,31 kg *per capita* /ano ²⁸, sendo muito apreciada após ser salgada e/ou seca. Tal deve-se não só às características sensoriais adquiridas pelos métodos de conservação (ex.: salga), mas também ao seu valor nutricional. Em Portugal, o bacalhau é muito apreciado, estando presente em diversas receitas tipicamente portuguesas. Desta forma, esta espécie marinha tem extrema importância na cultura, na economia e na história da gastronomia do país ⁶⁵.

Por norma este produto alimentar é processado por antigos métodos de conservação, como a salga e é principalmente comercializado seco e salgado (como referido no capítulo 4.1.1). Caso seja comprado sob estas condições, antes de ser consumido, o bacalhau tem de passar por um processo de reidratação, mais conhecido por demolha. Esta etapa adicional consiste na imersão do bacalhau salgado em água durante um dado período de tempo. O principal objetivo desta fase é a remoção excessiva de sal para torná-lo apto para consumo. De forma a tornar este produto alimentício mais prático para o consumidor surgiu o bacalhau demolhado ultracongelado, um produto alimentar pronto a cozinhar. A sua principal vantagem é a remoção da etapa adicional (reidratação) em casa ⁶⁵.

Na tabela 6.3 estão representados alguns dos produtos alimentares de relevo para o consumidor e no setor alimentar, disponíveis nos supermercados de Portugal. Estes têm como principal ingrediente o bacalhau.

Tabela 6.3: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por bacalhau. Adaptado de ^{128,129}.

<div> <div></div> Valor Mínimo <div></div> Valor Máximo </div> <div> \bar{X} = Média σ = Desvio Padrão </div>								
Matriz alimentar	Descrição do produto alimentar	Marca	Teor de sal (g)	\bar{X} do Teor de sal (g)	σ do Teor de sal (g)	Teor de sódio (g)	\bar{X} do Teor de sódio (g)	σ do Teor de sódio (g)
Bacalhau	Demolhado e Ultracongelado (Pronto a cozinhar)	Continente	2,70	2,27	0,78	1,06	0,89	0,31
		Auchan	2,75			1,08		
		Pescanova	0,92			0,36		
		Riberalves	2,70			1,06		
	Salgado e seco	Continente	16,0	16,00	0,00	6,30	6,30	0,00
		Auchan	16,0			6,30		
	Curado c/ Azeite, Alho e Piri-Piri	General	1,80	-	-	0,71	-	-
	Curado c/ Azeite e Alho	Ramirez	1,80	-	-	0,71	-	-
	Paté	Fides	1,78	-	-	0,70	-	-

O tradicional bacalhau salgado seco, como o próprio nome indica, contém sal (representado na figura 6.2) ¹²⁸. Através da observação da tabela 6.3, verifica-se que este género alimentar possui uma quantidade de sal significativamente superior comparativamente ao resto dos produtos apresentados ao longo do ponto 6. Ambas as marcas brancas do bacalhau salgado seco, Continente e Auchan, possuem cerca de 16 g de sal / 100 g de produto (6,30 g de Na / 100 g de produto), um valor muito superior à dose diária de sal / Na recomendada pela OMS ³³. Contudo, embora o bacalhau seja maioritariamente comprado salgado e seco, por norma é demolido antes de ser consumido, como anteriormente explicado. Assim sendo, pode afirmar-se que as 16 g de sal / 100 g de produto, representadas na tabela 6.3, não correspondem ao valor exato de teor de sal ingerido pelo consumidor. Por outro lado, o bacalhau demolido e ultracongelado apresenta valores de sal significativamente mais baixos, como era de esperar. Em destaque nesta categoria está a marca Pescanova, com apenas 0,92 g de sal por cada 100 g de bacalhau, enquanto que as restantes marcas contêm cerca de 2,70 a 2,75 g de sal / 100 g de bacalhau.



Figura 6.2 - *Bacalhau salgado seco disponível nos supermercados portugueses* ¹²⁸.

Além destes dois produtos de bacalhau mais comuns e vendidos, também existem disponíveis nos supermercados produtos prontos a comer. Na tabela 6.3 estão expostos 2 exemplos: bacalhau curado com azeite e alho e bacalhau curado com azeite, alho e piri-piri. Ambos possuem a mesma quantidade de sal: 1,80 g / 100 g, um valor significativamente inferior em comparação com o do bacalhau curado (salgado e seco). O paté de bacalhau por sua vez também apresenta um teor de sal semelhante a estes dois últimos produtos alimentares.

O salmão é o terceiro peixe mais consumido na UE, representando cerca de 2,24 kg *per capita*. É um peixe gordo que sempre teve muita procura devido às suas características sensoriais e aos seus benefícios nutricionais ^{9,28}, o que consequentemente conduziu à sua sobre-exploração. Este é rico em ácidos gordos polinsaturados (ex.: ómega-3), contendo cerca de 5,1 g / 100 g de produto ¹³². O salmão é das principais espécies de peixe criadas em aquacultura ^{9,28}. Para além disso, a nível europeu o salmão possui um valor comercial ligeiramente acima do valor de outras espécies populares ²⁸.

Na tabela seguinte estão representados alguns produtos alimentares de relevo para o consumidor e no setor alimentar, disponíveis nos supermercados de Portugal. Estes têm como principal ingrediente o salmão.

Tabela 6.4: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por salmão. Adaptado de ^{128,129}.

			Valor Mínimo	Valor Máximo				
			\bar{X} = Média		σ = Desvio Padrão			
Matriz alimentar	Descrição do produto alimentar	Marca	Teor de sal (g)	\bar{X} do Teor de sal (g)	σ do Teor de sal (g)	Teor de sódio (g)	\bar{X} do Teor de sódio (g)	σ do Teor de sódio (g)
Salmão	Lombos Ultracongelados (ao Natural)	Continente	0,20	0,53	0,34	0,08	0,22	0,13
		Iglo	0,15			0,06		
		Pescanova	0,90			0,35		
	Fumado	Continente	3,20	2,85	0,29	1,26	1,12	0,11
		Auchan	2,50			0,98		
		Martiko	3,00			1,18		
		SKANDIA	3,20			1,26		
	Fumado Marinado	Continente	2,90	2,70	0,20	1,14	1,06	0,08
		Auchan	2,50			0,98		
	Fumado c/ baixo teor em sal	Martiko	2,10	2,14	0,04	0,83	0,84	0,02
		SKANDIA	2,18			0,86		
	Paté	La Piara	1,50	1,40	0,10	0,59	0,55	0,04
		Fides	1,30			0,51		

Após a análise da tabela 6.4, o produto à base de salmão que foi considerado “padrão” foi o primeiro exemplo apresentado (lombos ultracongelados de salmão) pois é o mais semelhante em termos de teores de sal (nenhum sal foi adicionado no processamento) ($\leq 0,90$ g / 100 g) ao “salmão após captura” (isto é, fresco). Já o teor de sal observado nos restantes produtos apresentados na tabela 6.4 encontra-se acima de 1 g / 100 g de produto.

No momento atual o salmão fumado é um produto alimentar bastante apreciado pelos consumidores pelo seu sabor característico. Contudo, apresenta concentrações muito elevadas de NaCl, constituindo 100 g de produto cerca de $\frac{1}{2}$, ou até mais, do valor de ingestão diário recomendado pela OMS ³³.

Devido à popularidade deste produto alimentar e do conhecimento dos problemas cardiovasculares associados ao consumo de sal, já existem disponíveis no supermercado produtos fumados de salmão com teores de sal reduzidos. Contudo, a redução dos teores de sal neste tipo de produto não excede 1 g, como podemos verificar na tabela 6.4. Na figura 6.3 pode observar-se as embalagens dos produtos alimentares de salmão fumado apresentados na tabela 6.4.



Figura 6.3 - Embalagens de salmão fumado com baixo teor de sal (produtos apresentados na tabela 6.3). Adaptado de ¹²⁸.

Um outro tipo de produto alimentar à base de salmão que se encontra disponível nos supermercados é o paté. Os dois produtos de paté apresentados na tabela 6.4 apresentam um teor de sal semelhante (1,30 g e 1,50 g / 100 g) e abaixo do encontrado nos fumados (2-3 g / 100 g de produto).

A cavala, embora seja uma das espécies mais consumidas na UE, ainda é muito subvalorizada pela comunidade e pelo comércio. Assim sendo, o seu valor comercial é consideravelmente mais baixo do que o das restantes espécies analisadas neste ponto 6 ¹³³. Segundo os últimos dados estatísticos, o consumo de cavala por pessoa / ano é aproximadamente 0,65 kg ²⁸.

Contudo, a cavala é uma espécie com bastante procura pela indústria conserveira. Esta procura deve-se não só à diminuição da captura da sardinha, mas também aos seus valores nutricionais elevados ¹³³. A cavala é considerada um peixe gordo por possuir elevadas quantidades de ácidos gordos polinsaturados na sua composição (cerca de 5,2 g por cada 100 g de produto) ¹³⁴. Desta forma, esta espécie deve ser mais valorizada na alimentação humana. Mais ainda, existem poucos produtos alimentares à base de cavala disponíveis no mercado. Os resultados da pesquisa efetuada referente a este tipo de produtos estão evidenciados na tabela 6.5.

Tabela 6.5: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por cavala. Adaptado de ^{128,129}.

 Valor Mínimo  Valor Máximo
 \bar{X} = Média σ = Desvio Padrão

Matriz alimentar	Descrição do produto alimentar	Marca	Teor de sal (g)	\bar{X} do Teor de sal (g)	σ do Teor de sal (g)	Teor de sódio (g)	\bar{X} do Teor de sódio (g)	σ do Teor de sódio (g)
Cavala	Conservada ao Natural	Manná	1,20	-	-	0,47	-	-
	Conservada em Óleo Vegetal	Pitéu	1,20	-	-	0,47	-	-
	Conservada em Azeite	Continente	1,50			0,59		
		Poveira	1,00	1,33	0,24	0,39	0,52	0,09
		Ribeira	1,50			0,59		
	Paté	Manná	5,69	-	-	2,24	-	-

A forma mais usual de encontrar cavala, além de fresca, é essencialmente em conserva. Na tabela 6.5 podemos observar 3 exemplos de conservas à base de cavala: conserva ao natural, conserva em óleo vegetal e conserva em azeite. Todas elas apresentam valores de teor de sal dentro do intervalo de valores descrito pela DGS em 2015 (0,8-1,5 g / 100 g de produto) ¹²⁷. Contudo, as conservas de cavala mais aconselhadas são as que contêm valores de sal inferiores a 0,9 g / 100 g de produto ¹²⁷.

Relativamente ao paté de cavala, este é o produto dos apresentados com maior teor de sal (cerca de 5,69 g / 100 g de produto). Este valor excede, na totalidade, o valor de ingestão diário de teor de sal aconselhado pela OMS ³³.

A sardinha é um peixe de pequenas dimensões, sendo muito popular sobretudo em Portugal e Espanha. Segundo os estudos mais recentes, ela faz parte da lista de espécies mais consumidas na UE, tendo um valor de consumo de 0,58 kg *per capita* / ano. Porém, devido à sua sobrepesca, nos últimos anos foram implementados limites à sua captura. Desta forma, países como Espanha, Portugal e Holanda sofreram diminuições na sua captura e, consequentemente, na economia pois a sua produção diminuiu para metade ^{28,135}.

Esta espécie marinha também é um peixe gordo possuindo cerca de 5,6 g de ácidos polinsaturados por cada 100 g de produto ¹³⁶. Como tal, é outro peixe que tem relevância na alimentação humana e na indústria alimentar, nomeadamente no setor das conservas pois é muito apreciada desta forma.

Na tabela 6.6 encontram-se exemplos de alguns produtos alimentares à base de sardinha de maior relevo e que estão disponíveis nos supermercados de Portugal.

Tabela 6.6: Teor de sal e de sódio (por cada 100 g de produto) em diferentes produtos alimentícios compostos por sardinha. Adaptado de ^{128,129}.

 Valor Mínimo  Valor Máximo
 \bar{X} = Média σ = Desvio Padrão

Matriz alimentar	Descrição do produto alimentar	Marca	Teor de sal (g)	\bar{X} do Teor de sal (g)	σ do Teor de sal (g)	Teor de sódio (g)	\bar{X} do Teor de sódio (g)	σ do Teor de sódio (g)
Sardinha	Congelada (ao Natural)	Continente	0,20	-	-	0,08	-	-
	Ultracongelada (ao Natural)	Auchan	1,63	1,02	0,61	0,64	0,40	0,24
		Auchan Essencial	0,41			0,16		
	Conservada em óleo de girassol	Bom Petisco	1,20	1,20	0,00	0,47	0,47	0,00
		Líder	1,20			0,47		
	Conservada em azeite	Tenório	0,90	1,20	0,30	0,35	0,47	0,12
		Ribeira	1,50			0,59		
	Fumada e conservada em azeite	Ramirez	0,49	-	-	0,19	-	-
	Paté	La Piara	1,80	1,30	0,50	0,71	0,51	0,20
		Manná	0,80			0,31		

Através da avaliação dos produtos à base de sardinha considerou-se como amostra “padrão” o primeiro produto apresentado na tabela 6.6: “Sardinha congelada (ao natural)” por ter o teor de sal mais baixo. Como é possível observar, este produto alimentar apenas contém 0,20 g de sal / 100 g de produto, uma percentagem de sal muito pouco significativa. A “sardinha ultracongelada” (cujo arrefecimento é mais agressivo e rápido comparativamente à apenas congelada) não foi considerada amostra “padrão” por uma das marcas apresentar um teor de sal muito mais elevado (1,63 g /100g de produto) em comparação com a outra (0,41 g de sal / 100 g de produto). Mais ainda, a “Sardinha ultracongelada” da marca Auchan é o segundo produto com maior teor de sal, a seguir ao paté de Sardinha da marca La Piara. Ambos possuem valores acima de 1,5 g de sal / 100 g de produto. De acordo com a tabela 6.6, a marca Auchan Essencial é o produto que possuem menos sal.

As conservas de sardinha mais encontradas nos supermercados são a conserva em óleo de girassol e a conserva em azeite. Através da tabela 6.6, estes dois produtos possuem teores de sal dentro do intervalo de valores considerado moderado para conservas de pescado e reportado pela DGS em 2015 ¹²⁷. Porém, as conservas de sardinha mais aconselhadas para consumo são as que possuem um teor de sal inferior a 0,5 g de sal / 100 g de produto. Tendo isto em conta verifica-se que apenas a “Sardinha fumada e conservada em azeite” se enquadra dentro deste valor aconselhado ¹²⁷.

O paté de sardinha é outro exemplo de produto alimentar muito apreciado pelo consumidor. Na tabela 6.6 estão representadas duas marcas deste género alimentar, La Piara e Manná, que têm na

sua composição 1,80 g e 0,80 g de sal / 100 g, respetivamente. Neste caso, podemos verificar que o paté da La piara apresenta uma diferença de 1 g de sal por cada 100 g de produto, em relação ao paté da marca Manná.

Resumindo, existem diferentes tipos de produtos alimentares (uns mais populares e característicos entre os consumidores) que têm por base as cinco espécies de peixe analisadas e mais consumidas na UE. Cada um deles é processado de forma diferente e, como tal, contém quantidades de sal variadas. No geral, os teores de sal das conservas de atum mantêm-se semelhantes em comparação com os valores apresentados na tabela 6.1, enquanto que os teores de sal das conversas de cavala e sardinha subiram ligeiramente desde 2015 ¹²⁷.

Nos últimos anos a indústria alimentar foi alertada para a necessidade de redução/substituição de sal em vários alimentos, incluindo produtos resultantes da pesca e da aquacultura, como já referido. Desta forma, já se encontram disponíveis nos mercados produtos alimentares (ex.: de salmão e atum) com teor de sal reduzido. Ainda assim, a variedade desta gama de produtos é escassa para muitas espécies marinhas como se pode comprovar pela análise efetuada anteriormente. Porém, existem marcas comerciais de produtos que apresentam teores de sal relativamente inferiores em comparação com outras.

Não só o sector alimentar deve estar consciencializado para a importância de uma alimentação saudável, como também o consumidor deve estar cada vez mais consciente sobre a importância de perceber os rótulos nutricionais apresentados nos produtos.

7. Legislação nacional e regulamentação europeia aplicada ao pescado

É bem sabido que a saúde humana é beneficiada pela adoção de um estilo de vida saudável, que deve contemplar a prática de exercício físico e uma boa alimentação. Contudo, ainda existe uma vasta gama de produtos alimentares disponíveis no mercado que possuem porções elevadas de gordura, açúcar e, ainda mais relevante para o tema aqui discutido, de sal ¹³⁷. A associação entre o consumo excessivo de sal e o desencadeamento de doenças crónicas não transmissíveis (DCNT) na população, em especial DCV, tem sido um problema cada vez mais visível a nível nacional e mundial ¹³⁸.

Em Portugal foi comprovado através de estudos científicos que cerca de 1 em cada 4 portugueses sofre de hipertensão arterial, um dos principais problemas associados ao excessivo consumo de sal ¹³⁷. Estes resultados devem-se em grande parte à quantidade elevada de NaCl consumida através dos produtos alimentícios (cerca do dobro do consumo de NaCl aconselhado pela OMS). Desta forma, torna-se necessária uma abordagem imediata e progressiva na diminuição da concentração de sal na alimentação ¹³⁸.

Como tal, a OMS propôs um objetivo de redução global na ingestão de sal na dieta alimentar até 2025 (reduzir cerca de 30% do valor da ingestão média de sal) ⁵⁰. Já em 2006, a OMS aconselhou medidas aos Estados-Membros que tinham como principais objetivos a redução do consumo de sal na

população e a prevenção a longo prazo de DCNT ¹³⁸. Em torno destas medidas aconselhadas estão os seguintes 3 princípios-base:

- Sensibilização e educação dos consumidores em geral, mas em especial dos grupos mais vulneráveis, através de mensagens claras e simples;
- Reformulação da composição nutricional dos produtos alimentares;
- Diminuição da disponibilidade de alimentos com elevados teores de sal, tal como do ambiente que promove o seu consumo, para promoção de escolhas alimentares mais saudáveis e acessíveis à população ¹³⁸.

Sucessivamente e após a análise destes 3 pontos-chave, a organização Pan-Americana da Saúde e a OMS recomendaram 8 sugestões fundamentais para a aplicação deste plano de ação geral:

- Definição de objetivos/metas/recomendações;
- Criação de rotulagem adequada e apelativa para destacar o teor de sal dos alimentos;
- Realização de campanhas de sensibilização para os consumidores;
- Fornecimento de apoio para as mudanças alimentares nos países participantes;
- Promoção da realização de investigações relacionadas com o consumo de sal;
- Planeamento de campanhas e envolvimento de parceiros para a sua implementação;
- Aplicação de acordos entre o setor alimentar e a restauração para diminuição do uso de sal nas suas práticas e alimentos;
- Monitorização, avaliação e revisão contínua do progresso ¹³⁸.

Com base nestas referências gerais estabelecidas a nível mundial pela OMS, em Portugal, a DGS decidiu acompanhá-las e fazer parte da Rede Europeia de Ação para o Sal (ESAN). Esta por sua vez aborda diversos planos de redução de sal e a partilha de informações/dados dentro dos países da UE. Posto isto, 5 objetivos estratégicos nacionais foram estabelecidos para esta causa:

- 1) Implementação de um sistema de avaliação da ingestão de sal a nível populacional e monitorização do teor de sal em determinados produtos alimentares mais consumidos pelos portugueses;
- 2) Promoção da sensibilização e a capacitação dos consumidores para a diminuição da ingestão de sal diária;
- 3) Melhoramento da rotulagem do produto alimentar;
- 4) Modificação da disponibilidade da oferta de alimentos com baixo teor de sal;
- 5) Monitorização e avaliação do envolvimento do setor alimentar na reformulação e na oferta de produtos alimentares e, também, no conhecimento e aceitação do consumidor

¹³⁸.

Na figura 7.1 pode ser analisado um esquema relacionado com os objetivos estratégicos nacionais anteriormente mencionados:



Figura 7.1 - Esquema referente aos objetivos estratégicos implementados em Portugal e respetivas áreas prioritárias. Adaptado de ¹³⁸.

Para além deste plano de ação geral acima descrito, no dia 29 de dezembro de 2017, surgiu a Estratégia Integrada para a promoção da Alimentação Saudável (EIPAS) que se encontra descrita no Despacho nº 11418/2017 do Diário da República de Portugal. Este plano foi desenvolvido com o propósito de promover a saúde dos portugueses através do incentivo de uma alimentação saudável e, consequentemente, ter impacto na prevenção e controlo de doenças crónicas. Contudo, foi elaborado de uma maneira diferente das restantes estratégias já apresentadas acima. A EIPAS consiste numa abordagem multisetorial, ou seja, tem em conta diferentes setores do país (ex.: setor ambiental, social e económico) para além do setor da saúde. A importância da inclusão destes setores nesta estratégia deve-se ao facto de serem fatores determinantes que influenciam na promoção de uma vida saudável, tanto a nível individual como populacional ^{137,138}.

Desta forma, a EIPAS foi estruturada e adotada seguindo as recomendações da OMS e funciona em parceria com o Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável (PNPAS) da DGS. Este modelo de intervenção multisetorial baseia-se essencialmente nos 3 princípios-bases descritos acima ^{137,138}.

Assim, esta nova estratégia é definida por 4 eixos estratégicos, também conhecidos por 4 eixos de “Políticas Saudáveis”, que devem cooperar na criação de bem-estar e ambientes saudáveis. Cada eixo estratégico possui uma finalidade diferente e ações correspondentes. Em resumo somam-se 51 ações/medidas. Na tabela 7.1 é possível analisar a definição de cada eixo estratégico da EIPAS.

Tabela 7.1: Descrição dos 4 eixos estratégicos da EIPAS. Adaptado de ¹³⁸.

<i>Eixo 1</i>	“Modificar o meio ambiente onde as pessoas escolhem e compram alimentos através da alteração da disponibilidade de alimentos em certos espaços físicos e promoção da reformulação de determinadas categorias de alimentos.”
<i>Eixo 2</i>	“Melhorar a qualidade e acessibilidade da informação disponível ao consumidor, de modo a informar e capacitar os cidadãos para escolhas alimentares mais saudáveis.”
<i>Eixo 3</i>	“Promover e desenvolver a literacia e autonomia para o exercício de escolhas saudáveis pelo consumidor.”
<i>Eixo 4</i>	“Promover a inovação e o empreendedorismo direcionados à área da promoção da alimentação saudável.”

O pescado e os produtos transformados da pesca são mencionados em algumas medidas destas “Políticas saudáveis” da EIPAS. Estes produtos são referidos não só pelo seu valor nutricional, mas também pelo seu teor de sal. A primeira medida do eixo estratégico 1 aborda a monitorização do teor de sal em categorias de alimentos, como as conservas de pescado. Outra medida relevante é a nº 5 do eixo estratégico 3. Esta medida refere-se à consciencialização e à valorização do conhecimento sobre a composição nutricional de determinados alimentos, como o pescado. Para complementar surge a primeira ação do eixo estratégico 4 que propõe a construção de um portal informativo sobre o pescado e a sua composição nutricional ¹³⁷.

Como referido anteriormente no capítulo 1.1, a inclusão do pescado na alimentação traz múltiplos benefícios para a saúde e promove uma vida saudável. Como tal, estas ações relatadas da EIPAS, mais uma vez, não só pretendem reforçar a importância do pescado na alimentação, como também alertar para o consumo controlado do teor de sal nos alimentos.

Para além das estratégias acima descritas, em Portugal, foi implementado a 28 de janeiro de 2005 o Decreto-Lei nº 25/2005, que descreve as normas de comercialização do bacalhau e espécies afins, salgados, verdes e secos. A necessidade da implementação deste decreto-lei surgiu com o propósito de adaptar estes produtos alimentares às mudanças atuais (ex.: padrões de qualidade e segurança alimentar exigidos) do mercado. Como tal, este decreto foi desenvolvido tendo em conta a evolução dos processos tecnológicos de fabrico, as alterações verificadas no mercado destes produtos, as modificações introduzidas nas denominações comerciais das espécies autorizadas a serem comercializadas como o bacalhau, ou apenas como afins de bacalhau, bem como a informação (ex.: nutricional) a fornecer ao consumidor ¹³⁹. Mais ainda, neste decreto foram estabelecidas condições (ex.: percentagens de NaCl) e métodos de determinação de teor de NaCl (através do método de determinação do teor de cloretos) e humidade, para assegurar os elevados parâmetros de qualidade e segurança alimentar (ex.: evitar determinadas contaminações microbianas, etc.) exigidos para este tipo de produtos alimentares. A sua comercialização para consumo humano depende do cumprimento destas condições e métodos.

A sua implementação teve por base os objetivos do Governo português em termos de política alimentar. O alcance de elevados padrões de qualidade e a garantia dos direitos do consumidor são alguns destes exemplos ¹³⁹.

Neste Decreto-Lei uma das características que define o “Bacalhau salgado verde e espécies afins salgadas verdes”, o “Bacalhau salgado semi-seco e espécies afins semi-secas” e o “Bacalhau salgado seco e espécies afins secas”, após a maturação físico-química pelo efeito do sal, é a percentagem salina (expressa em NaCl) ser igual ou superior a 16%. O que varia nestes 3 produtos alimentares é o intervalo percentual estabelecido para o teor de humidade. Para o “Bacalhau salgado verde e espécies afins salgadas verdes” e para o “Bacalhau salgado semi-seco e espécies afins semi-secas” os valores percentuais do teor de humidade não devem exceder o seguinte intervalo: $\leq 51\%$ e $> 58\%$, $\leq 47\%$ e $>58\%$, respetivamente.

Já o “Bacalhau salgado seco de cura amarela” apresenta um intervalo percentual de teor de sal ligeiramente diferente dos restantes produtos acima descritos (entre $\geq 12\%$ e $<16\%$), e o seu teor de humidade não deve exceder ser $>45\%$. De forma a que estes produtos transformados da pesca possam ser comercializados de forma segura e com alta qualidade devem respeitar estas percentagens de sal, sendo que não podem apresentar valores abaixo ¹³⁹.

8. Conclusões / Investigação futura

Atualmente a ingestão excessiva de Na tornou-se um problema global grave para a saúde pública. O desenvolvimento de DCNT na população mundial, em especial DCV, aumentaram ao longo dos últimos anos. Em Portugal, a ingestão de sal na alimentação é cerca do dobro da recomendada pela OMS (< 5 g de sal por dia o que corresponde a cerca de 2 g de Na) e, conseqüentemente, a taxa de mortalidade associada às DCV é acima da média da Europa, sendo a hipertensão arterial uma das principais causas.

A maior parte do Na é consumido através do sal (cloreto de sódio, NaCl), que nas dietas ocidentais é obtido principalmente através de alimentos processados. Dentro desta categoria estão os produtos transformados da pesca e da aquacultura. Embora estes não sejam das principais fontes de Na na dieta alimentar, existem alguns que são economicamente relevantes no mercado europeu como, por exemplo, o bacalhau salgado seco, que podem conter níveis elevados de sal.

Devido a este problema mundial é cada vez mais necessário reformular os alimentos processados, com o principal propósito de diminuir o seu teor de sal. Isto é possível através das diferentes técnicas de redução de sal nos alimentos que existem atualmente, que têm por base a remoção, diminuição ou a substituição de NaCl por outros substituintes. No entanto, é preciso ter em conta que as alterações das características organoléticas de determinadas categorias alimentares como dos produtos da pesca e da aquacultura podem condicionar a aplicação das alternativas mencionadas. Assim, é essencial fazer uma avaliação destas características através de estudos de reformulação neste tipo de produtos. Estas reformulações poderão ser a solução para a falta de diversidade de produtos processados da pesca com baixo teor de sal nos mercados portugueses.

Além destas soluções integradas nas indústrias alimentares é também urgente estabelecer mais medidas de saúde adequadas e dirigidas à população mundial e nacional, para além dos já implementados planos estratégicos mundiais e nacionais (ex.: plano de ação de 2013-2020 elaborado pela área da Alimentação e Nutrição da OMS, o Despacho nº 11418/2017 que descreve a EIPAS e o Decreto-Lei nº25/2005 referente às normas de comercialização do bacalhau e espécies afins), de forma a reduzir o consumo de sal na alimentação. Por exemplo, é essencial reforçar e melhorar os meios e as formas de informar e consciencializar o consumidor final sobre os problemas de saúde associados à ingestão de sal em excesso, bem como, a importância de compreender os rótulos nutricionais. O alcance destes objetivos e a implementação de estratégias novas e das já implementadas é também essencial para contribuir para o objetivo nº 3 (Saúde e Qualidade) da agenda de 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) que pretende "reduzir em 1/3 a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis por meio da prevenção e tratamento e promover a saúde mental e o bem-estar".

Concluindo, espera-se que a aplicação destes planos e concretização das metas estabelecidas permitam reduzir os níveis de Na ingeridos através dos produtos processados da pesca e, conseqüentemente, diminuir a taxa de mortalidade associada às DCV (principal causa de morte e invalidez em Portugal e no mundo). Desta forma, será possível contribuir para a promoção de um estilo de vida mais saudável, tanto a nível nacional como também mundial.

9. Referências bibliográficas

1. Soares, K. M. de P. & Gonçalves, A. A. Qualidade e segurança do pescado. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* **71**, 1–10 (2012).
2. Obiero, K. *et al.* The Contribution of Fish to Food and Nutrition Security in Eastern Africa: Emerging Trends and Future Outlooks. *Sustainability* **11**, 1636 (2019).
3. Meyer, B. J. Are we consuming enough long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids for optimal health? *Prostaglandins, Leukot. Essent. Fat. Acids* **85**, 275–280 (2011).
4. Rimm, E. B. *et al.* Seafood Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation* **138**, e35–e47 (2018).
5. Ramalho Ribeiro, A. *et al.* Farmed fish as a functional food: Perception of fish fortification and the influence of origin – Insights from Portugal. *Aquaculture* **501**, 22–31 (2019).
6. Lynch, A. J. *et al.* The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environ. Rev.* **24**, 115–121 (2016).
7. de Boer, J., Schösler, H. & Aiking, H. Fish as an alternative protein – A consumer-oriented perspective on its role in a transition towards more healthy and sustainable diets. *Appetite* **152**, 104721 (2020).
8. Gil, A. & Gil, F. Fish, a Mediterranean source of n -3 PUFA: benefits do not justify limiting consumption. *Br. J. Nutr.* **113**, S58–S67 (2015).
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020- Sustainability in Action. Nature and Resources* (FAO, 2020). doi:10.4060/ca9229en
10. Trindade, C. E. P. Importância dos minerais na alimentação do pré-termo extremo. *J. Pediatr. (Rio. J.)* **81**, S43–S51 (2005).
11. Mafra, D. & Cozzolino, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. *Rev. Nutr.* **17**, 79–87 (2004).
12. Grotto, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* **30**, 390–397 (2008).
13. Hoekstra, J. *et al.* Fish, contaminants and human health: Quantifying and weighing benefits and risks. *Food Chem. Toxicol.* **54**, 18–29 (2013).
14. Korkmaz, C., Ay, Ö., Ersoysal, Y., Köroğlu, M. A. & Erdem, C. Heavy metal levels in muscle tissues of some fish species caught from north-east Mediterranean: Evaluation of their effects on human health. *J. Food Compos. Anal.* **81**, 1–9 (2019).
15. Marrugo-Negrete, J. *et al.* Human health risk of methylmercury from fish consumption at the largest floodplain in Colombia. *Environ. Res.* **182**, 109050 (2020).
16. Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE). A EFSA avalia a segurança dos ácidos gordos ómega-3 de cadeia longa. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/cooperacao/internacional/multilateral1/efsa/noticias/pareceres->

cientificos/-a-efsa-avalia-a-seguranca-dos-acidos-gordos-omega-3-de-cadeia-longa.aspx.
(Acedido: 2.^a Fevereiro 2021)

17. Wang, S. *et al.* Mercury concentration and fatty acid composition in muscle tissue of marine fish species harvested from Liaodong Gulf: An intelligence quotient and coronary heart disease risk assessment. *Sci. Total Environ.* **726**, 138586 (2020).
18. Mozaffarian, D. & Wu, J. H. Y. (n-3) Fatty Acids and Cardiovascular Health: Are Effects of EPA and DHA Shared or Complementary? *J. Nutr.* **142**, 614S-625S (2012).
19. Mohanty, B. P. *et al.* Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food Chem.* **293**, 561–570 (2019).
20. Laird, M. J. *et al.* Mercury and omega-3 fatty acid profiles in freshwater fish of the Dehcho Region, Northwest Territories: Informing risk benefit assessments. *Sci. Total Environ.* **637–638**, 1508–1517 (2018).
21. Isaacs, M. The humble sardine (small pelagics): fish as food or fodder. *Agric. Food Secur.* **5**, 27 (2016).
22. Bostic, S. M., Sobal, J. & Bisogni, C. A. Social representations of fish and seafood among midlife rural adults: Benefits, risks, and involvement. *Food Policy* **76**, 99–108 (2018).
23. Santeramo, F. G. *et al.* Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Res. Int.* **104**, 39–47 (2018).
24. Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S. & Akinwale, A. O. Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. *Aquac. Fish.* **4**, 81–88 (2019).
25. Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M., Emerenciano, M. G. C., Miranda-Baeza, A. & Gollas-Galván, T. From microbes to fish the next revolution in food production. *Crit. Rev. Biotechnol.* **37**, 287–295 (2017).
26. Freitas, J., Vaz-Pires, P. & Câmara, J. S. From aquaculture production to consumption: Freshness, safety, traceability and authentication, the four pillars of quality. *Aquaculture* **518**, 734857 (2020).
27. Tveterås, S. *et al.* Fish Is Food - The FAO's Fish Price Index. *PLoS One* **7**, e36731 (2012).
28. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (European Commission). THE EU FISH MARKET HIGHLIGHTS THE EU IN THE WORLD MARKET SUPPLY CONSUMPTION IMPORT-EXPORT LANDINGS IN THE EU AQUACULTURE THE EU FISH MARKET Maritime affairs and fisheries. 107 (2019). doi:10.2771/168390
29. Levsen, A. *et al.* A survey of zoonotic nematodes of commercial key fish species from major European fishing grounds—Introducing the FP7 PARASITE exposure assessment study. *Fish. Res.* **202**, 4–21 (2018).
30. Biondo, M. V. & Burki, R. P. Monitoring the trade in marine ornamental fishes through the European Trade Control and Expert System TRACES: Challenges and possibilities. *Mar. Policy* **108**, 103620 (2019).
31. Instituto Nacional de Estatística (INE). *Estatísticas da Pesca 2019*. (Instituto Nacional de

- Estatística de Portugal, 2020).
32. Bistola, V. *et al.* Safety and efficacy of salt substitution with a low sodium-potassium enriched dietary salt in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A pilot study. *Clin. Nutr. ESPEN* **35**, 90–94 (2020).
 33. Cepanec, K., Vugrinec, S., Cvetković, T. & Ranilović, J. Potassium Chloride-Based Salt Substitutes: A Critical Review with a Focus on the Patent Literature. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **16**, 881–894 (2017).
 34. Cardoso, S. *et al.* Salt content in pre-packaged foods available in Portuguese market. *Food Control* **106**, 106670 (2019).
 35. Vinet, L. & Zhedanov, A. *Reducing Salt in Foods*. (Elsevier, 2019). doi:10.1016/C2015-0-01595-7
 36. Almli, V. L. & Hersleth, M. Salt replacement and injection salting in smoked salmon evaluated from descriptive and hedonic sensory perspectives. *Aquac. Int.* **21**, 1091–1108 (2013).
 37. Giese, E., Meyer, C., Ostermeyer, U., Lehmann, I. & Fritsche, J. Sodium reduction in selected fish products by means of salt substitutes. *Eur. Food Res. Technol.* **245**, 1651–1664 (2019).
 38. Abreu, D., Sousa, P., Matias-Dias, C. & Pinto, F. J. Cardiovascular disease and high blood pressure trend analyses from 2002 to 2016: after the implementation of a salt reduction strategy. *BMC Public Health* **18**, 722 (2018).
 39. Turck, D. *et al.* Dietary reference values for sodium. *EFSA J.* **17**, (2019).
 40. WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. *World Heal. Organ.* 1–56 (2012).
 41. Steffensen, I.-L. *et al.* Benefit and risk assessment of increasing potassium intake by replacement of sodium chloride with potassium chloride in industrial food products in Norway. *Food Chem. Toxicol.* **111**, 329–340 (2018).
 42. Moreira, P. *et al.* Sodium and potassium urinary excretion and their ratio in the elderly: results from the Nutrition UP 65 study. *Food Nutr. Res.* **62**, 1–10 (2018).
 43. Liem, D. G., Miremedi, F. & Keast, R. Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor. *Nutrients* **3**, 694–711 (2011).
 44. Oppelaar, J. J. & Vogt, L. Body Fluid-Independent Effects of Dietary Salt Consumption in Chronic Kidney Disease. *Nutrients* **11**, 2779 (2019).
 45. McGregor, R. The use of bitter blockers to replace salt in food products. em *Reducing Salt in Foods* 221–230 (Elsevier, 2007). doi:10.1533/9781845693046.2.221
 46. Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Serra, J. A. & Barat, J. M. Development of a smoked sea bass product with partial sodium replacement. *LWT - Food Sci. Technol.* **43**, 1426–1433 (2010).
 47. Vidal, V. A. S. *et al.* Q Methodology: An interesting strategy for concept profile and sensory description of low sodium salted meat. *Meat Sci.* **161**, 108000 (2020).
 48. Abreu, D. Impact of public health measures in Cardiovascular disease : admissions trends and case-fatality. (Universidade Nova de Lisboa, 2019).
 49. Direção Geral de Saúde. *Programa Nacional para as Doenças Cérebro-Cardiovasculares | 2017*. (2017).

50. Neupane, D. *et al.* Mean dietary salt intake in Nepal: A population survey with 24-hour urine collections. *J. Clin. Hypertens.* jch.13813 (2020). doi:10.1111/jch.13813
51. Armenteros, M., Aristoy, M.-C., Barat, J. M. & Toldrá, F. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Sci.* **90**, 361–367 (2012).
52. Kurunc, A. *et al.* Effects of salt source and irrigation water salinity on growth, yield and quality parameters of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. **270**, 109458 (2020).
53. Drake, S. L. & Drake, M. A. Comparison of salty taste and time intensity of sea and land salts from around the world. *J. Sens. Stud.* **26**, 25–34 (2011).
54. Vella, D., Marcone, M. & Duizer, L. M. Physical and sensory properties of regional sea salts. *Food Res. Int.* **45**, 415–421 (2012).
55. Kuhn, T. *et al.* Signature of the Himalayan salt. *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms* 1–4 (2019). doi:10.1016/j.nimb.2019.07.008
56. Galvis-Sánchez, A. C., Lopes, J. A., Delgadillo, I. & Rangel, A. O. S. S. Sea Salt. em *Comprehensive Analytical Chemistry* **60**, 719–740 (2013).
57. Caridi, F. *et al.* Food Salt Characterization in Terms of Radioactivity and Metals Contamination. *Appl. Sci.* **9**, 2882 (2019).
58. Tanwar, S. & Sen, N. Effects on Blood Pressure of Black Salt (Himalayan Salt) Versus Table Salt in Prehypertensive Indians. *Indian Heart J.* **71**, S77–S78 (2019).
59. Decreto -Lei n.º 350/2007 de 19 de Outubro do Ministério da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. 1–4 (2008).
60. Broadway, P. R., Behrends, J. M. & Schilling, M. W. Effect of alternative salt use on broiler breast meat yields, tenderness, flavor, and sodium concentration. *Poult. Sci.* **90**, 2869–2873 (2011).
61. Albarracín, W., Sánchez, I. C., Grau, R. & Barat, J. M. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *Int. J. Food Sci. Technol.* **46**, 1329–1336 (2011).
62. Ben Abu, N., Harries, D., Voet, H. & Niv, M. Y. The taste of KCl – What a difference a sugar makes. *Food Chem.* **255**, 165–173 (2018).
63. Rodrigues, M. J., Ho, P., López-Caballero, M. E., Bandarra, N. M. & Nunes, M. L. Chemical, Microbiological, and Sensory Quality of Cod Products Salted in Different Brines. *J. Food Sci.* **70**, M1–M6 (2005).
64. Arason, S., Nguyen, M. Van, Thorarinsdottir, K. A. & Thorkelsson, G. Preservation of Fish by Curing. em *Seafood Processing* (ed. Boziaris, I. S.) 129–160 (John Wiley & Sons, Ltd, 2013). doi:10.1002/9781118346174.ch6
65. Oliveira, H., Pedro, S., Nunes, M. L., Costa, R. & Vaz-Pires, P. Processing of Salted Cod (*Gadus* spp.): A Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **11**, 546–564 (2012).
66. Hall, G. M. Preservation by Curing (Drying, Salting and Smoking). em *Fish Processing* 51–76 (Wiley, 2010). doi:10.1002/9781444328585.ch3
67. Samson, E. & Stodolnik, L. Effect of freezing and salting on the activity of lipooxygenase of the muscle tissue and roe of Baltic herring. *Acta Ichthyol. Piscat.* **31**, 97–111 (2001).

68. Alfonzo, A. *et al.* Influence of salt of different origin on the microbiological characteristics, histamine generation and volatile profile of salted anchovies (*Engraulis encrasicolus* L.). *Food Control* **92**, 301–311 (2018).
69. Turan, H. & Erkoyuncu, İ. Salting Technology in Fish Processing. em *Progress in Food Preservation* 297–313 (Wiley-Blackwell, 2012). doi:10.1002/9781119962045.ch14
70. Tomac, A., Rodríguez Mallo, S., Perez, S., Garcia Loredó, A. B. & Yeannes, M. I. Vacuum impregnation in *Merluccius hubbsi* hake fillets brining. Effect on mass transfer kinetics, texture and colour. *LWT* **119**, 108892 (2020).
71. Nguyen, M. Van, Arason, S., Thorarinsdottir, K. A., Thorkelsson, G. & Gudmundsdóttir, A. Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting. *J. Food Eng.* **100**, 225–231 (2010).
72. Amami, E., Khezami, L., Vorobiev, E. & Kechaou, N. Effect of Pulsed Electric Field and Osmotic Dehydration Pretreatment on the Convective Drying of Carrot Tissue. *Dry. Technol.* **26**, 231–238 (2008).
73. Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G. & Kristbergsson, K. The effects of various salt concentrations during brine curing of cod (*Gadus morhua*). *Int. J. Food Sci. Technol.* **39**, 79–89 (2004).
74. Oliveira, H. *et al.* Quality Changes During Salt-Curing of Cod (*Gadus morhua*) at Different Temperatures. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* **25**, 953–965 (2016).
75. Galvão Martins, M., Nunes Chada, P. S. & da Silva Pena, R. Application of pulsed-vacuum on the salt impregnation process of pirarucu fillet. *Food Res. Int.* **120**, 407–414 (2019).
76. Pavia, M., Trujillo, A. ., Guamis, B. & Ferragut, V. Ripening control of salt-reduced Manchego-type cheese obtained by brine vacuum-impregnation. *Food Chem.* **70**, 155–162 (2000).
77. Chiralt, A. *et al.* Use of vacuum impregnation in food salting process. *J. Food Eng.* **49**, 141–151 (2001).
78. Schmidt, F. C., Carciofi, B. A. M. & Laurindo, J. B. Efeito da impregnação a vácuo na transferência de massa durante o processo de salga de cortes de peito de frango. *Ciência e Tecnol. Aliment.* **28**, 366–372 (2008).
79. Chiralt, A. & Fito, P. Transport Mechanisms in Osmotic Dehydration: The Role of the Structure. *Food Sci. Technol. Int.* **9**, 179–186 (2003).
80. Taormina, P. J. Implications of Salt and Sodium Reduction on Microbial Food Safety. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **50**, 209–227 (2010).
81. El-Aouar, Â. A., Azoubel, P. M., Barbosa, J. L. & Xidieh Murr, F. E. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). *J. Food Eng.* **75**, 267–274 (2006).
82. Bjørkevoll, I., Reboredo, R. G. & Fossen, I. Effect of polyphosphates on the quality of frozen light salted cod (*Gadus morhua* L.) fillets. *Food Control* **78**, 357–365 (2017).
83. Quilaqueo, M., Duizer, L. & Aguilera, J. M. The morphology of salt crystals affects the perception of saltiness. *Food Res. Int.* **76**, 675–681 (2015).
84. Nguyen, H. & Wismer, W. V. A comparison of sensory attribute profiles and liking between

- regular and sodium-reduced food products. *Food Res. Int.* **123**, 631–641 (2019).
85. Hendriksen, M. A. *et al.* Potential effect of salt reduction in processed foods on health. *Am. J. Clin. Nutr.* **99**, 446–453 (2014).
 86. Kloss, L., Meyer, J. D., Graeve, L. & Vetter, W. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. *NFS J.* **1**, 9–19 (2015).
 87. van Buren, L., Dötsch-Klerk, M., Seewi, G. & Newson, R. Dietary Impact of Adding Potassium Chloride to Foods as a Sodium Reduction Technique. *Nutrients* **8**, 235 (2016).
 88. Kongstad, S. & Giacalone, D. Consumer perception of salt-reduced potato chips: Sensory strategies, effect of labeling and individual health orientation. *Food Qual. Prefer.* **81**, 103856 (2020).
 89. Rodrigues, F. M., Rosenthal, Amauri Tiburski, J. H. & Cruz, A. G. Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high pressure technology. *Food Sci. Technol.* **36**, 1–8 (2015).
 90. Mitchell, H. Developing food products for consumers with low sodium/salt requirements. em *Developing Food Products for Consumers with Specific Dietary Needs* 81–105 (Elsevier, 2016). doi:10.1016/B978-0-08-100329-9.00005-0
 91. Inguglia, E. S., Kerry, J. P., Burgess, C. M. & Tiwari, B. K. Salts and Salt Replacers. em *Encyclopedia of Food Chemistry* 235–239 (Elsevier, 2019). doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.21581-3
 92. Dötsch, M. *et al.* Strategies to Reduce Sodium Consumption: A Food Industry Perspective. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **49**, 841–851 (2009).
 93. Schiffman, S. S. Taste enhancers. em *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (ed. Luiz Trugo and Paul M. Finglas) 5734–5737 (Elsevier, 2003). doi:10.1016/B0-12-227055-X/01180-9
 94. Faralizadeh, S., Zakipour Rahimabadi, E. & Khanipour, A. A. The influence of sodium chloride replacement with potassium chloride on quality changes of hot smoked Kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) during storage at $\pm 4^{\circ}\text{C}$. *Iran. J. Fish. Sci.* **15**, 662–676 (2016).
 95. Kloss, L., Meyer, J. D., Graeve, L. & Vetter, W. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. *NFS J.* **1**, 9–19 (2015).
 96. Turck, D. *et al.* Dietary reference values for potassium. *EFSA J.* **14**, e04592 (2016).
 97. He, F. J., Markandu, N. D., Coltart, R., Barron, J. & MacGregor, G. A. Effect of Short-Term Supplementation of Potassium Chloride and Potassium Citrate on Blood Pressure in Hypertensives. *Hypertension* **45**, 571–574 (2005).
 98. Doyle, M. E. & Glass, K. A. Sodium Reduction and Its Effect on Food Safety, Food Quality, and Human Health. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **9**, 44–56 (2010).
 99. Stringer, S. & Pin, C. *Microbial risks associated with salt reduction in certain foods and alternative options for preservation. Institute of Food Research: Norwich* (2005).
 100. Marcus, J. B. Enhancing *umami* taste in foods. em *Modifying Flavour in Food* 202–220 (Elsevier, 2007). doi:10.1533/9781845693367.202
 101. Maluly, H. D. B., Ariseto-Bragotto, A. P. & Reyes, F. G. R. Monosodium glutamate as a tool to

- reduce sodium in foodstuffs: Technological and safety aspects. *Food Sci. Nutr.* **5**, 1039–1048 (2017).
102. Gaudette, N. J. & Pickering, G. J. Modifying Bitterness in Functional Food Systems. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **53**, 464–481 (2013).
 103. Poplinger, M., Shumilin, I. & Harries, D. Impact of trehalose on the activity of sodium and potassium chloride in aqueous solutions: Why trehalose is worth its salt. *Food Chem.* **237**, 1209–1215 (2017).
 104. Feofilova, E. P., Usov, A. I., Mysyakina, I. S. & Kochkina, G. A. Trehalose: Chemical structure, biological functions, and practical application. *Microbiology* **83**, 184–194 (2014).
 105. Ohtake, S. & Wang, Y. J. Trehalose: Current Use and Future Applications. *J. Pharm. Sci.* **100**, 2020–2053 (2011).
 106. Laohakunjit, N., Selamassakul, O. & Kerdchoechuen, O. Seafood-like flavour obtained from the enzymatic hydrolysis of the protein by-products of seaweed (*Gracilaria* sp.). *Food Chem.* **158**, 162–170 (2014).
 107. Delgado-Pando, G., Allen, P., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G. & Hamill, R. M. Optimising the acceptability of reduced-salt ham with flavourings using a mixture design. *Meat Sci.* **156**, 1–10 (2019).
 108. Taladrid, D., Laguna, L., Bartolomé, B. & Moreno-Arribas, M. V. Plant-derived seasonings as sodium salt replacers in food. *Trends Food Sci. Technol.* **99**, 194–202 (2020).
 109. Clemenson, S. Herbs and Spices. em *Swainson's Handbook of Technical and Quality Management for the Food Manufacturing Sector* 433–455 (Elsevier, 2019). doi:10.1016/B978-1-78242-275-4.00017-4
 110. El-Sayed, S. M. & Youssef, A. M. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon* **5**, e01989 (2019).
 111. Embuscado, M. E. Herbs and spices as antioxidants for food preservation. em *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* **2005**, 251–283 (Elsevier, 2015).
 112. Mitchell, M., Brutnon, N. P., Fitzgerald, R. J. & Wilkinson, M. G. The Use of Herbs, Spices, and Whey Proteins as Natural Flavor Enhancers and Their Effect on the Sensory Acceptability of Reduced-Salt Chilled Ready-Meals. *J. Culin. Sci. Technol.* **11**, 222–240 (2013).
 113. Sühnel, J. A. G. Uso e avaliação de transglutaminase em reestruturado de peixe obtido com aparas de tilápia (*Oreochromis* sp). (Universidade Federal de Santa Catarina, 2007).
 114. Sampaio, G., Lobão, V. & Rocco, S. Uso de fosfatos como aditivos alimentares na redução de exsudado e nos atributos sensoriais da carne do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii**. *Bol. do Inst. Pesca São Paulo* **27**, 97–107 (2001).
 115. Circuncisão, A., Catarino, M., Cardoso, S. & Silva, A. Minerals from Macroalgae Origin: Health Benefits and Risks for Consumers. *Mar. Drugs* **16**, 400 (2018).
 116. Undeland, I. Oxidative Stability of Seafood. em *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats* 391–460 (Elsevier, 2016). doi:10.1016/B978-1-63067-056-6.00011-2
 117. Verruck, S. & Prudencio, E. S. *Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no*

- processamento e conservação*. (Atena Editores, 2018). doi:10.22533/at.ed.314181009
118. Moreira, C. Conservação dos Alimentos pelo Calor. *Rev. Ciência Elem.* **3**, (2015).
 119. Pereira, R. N. & Vicente, A. A. Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Res. Int.* **43**, 1936–1943 (2010).
 120. Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Cánovas, G. V. Ultra High Pressure Technology and its Use in Surimi Manufacture: An Overview. *Food Sci. Technol. Int.* **10**, 207–222 (2004).
 121. Tahergorabi, R., Hosseini, S. V. & Jaczynski, J. Seafood proteins. em *Handbook of Food Proteins* 116–149 (Elsevier, 2011). doi:10.1533/9780857093639.116
 122. O'Flynn, C. C., Cruz-Romero, M. C., Troy, D., Mullen, A. M. & Kerry, J. P. The application of high-pressure treatment in the reduction of salt levels in reduced-phosphate breakfast sausages. *Meat Sci.* **96**, 1266–1274 (2014).
 123. Sunil, Neelash Chauhan, Jaivir Singh, Suresh Chandra, V. C. and V. K. “Non-thermal techniques: Application in food industries” A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* **7(5)**, 1507–1518 (2018).
 124. Singracha, P., Niamsiri, N., Visessanguan, W., Lertsiri, S. & Assavanig, A. Application of lactic acid bacteria and yeasts as starter cultures for reduced-salt soy sauce (moromi) fermentation. *LWT* **78**, 181–188 (2017).
 125. Coutinho de Paula, E. & Amaral, M. C. S. Extending the life-cycle of reverse osmosis membranes: A review. *Waste Manag. Res.* **35**, 456–470 (2017).
 126. Fidaleo, M. & Moresi, M. Electrodialysis Applications in The Food Industry. em *Advances in Food and Nutrition Research* **51**, 265–360 (Department of Food Science and Technology, University of Tuscia Via San Camillo de Lellis, 2006).
 127. Sousa, S. M. de et al. *Receitas com Enlatados*. (Direção-Geral de Saúde, 2015).
 128. Auchan. Auchan Online | O seu Supermercado. (2020). Disponível em: <https://www.auchan.pt>. (Acedido: 17.^a Setembro 2020)
 129. Continente. Continente - O seu Hipermercado para Compras Online. (2020). Disponível em: <https://www.continente.pt>. (Acedido: 17.^a Setembro 2020)
 130. Costa, L. M. O atum em Portugal de 1896-2011: contributos para a sua história ambiental, ecológica e económica. (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2013).
 131. Ramirez. «Ramirez lança atum em azeite com baixo teor de sal». *Maio* 1 (2020). Disponível em: <https://ramirez.pt/ramirez-lanca-atum-azeite-baixo-teor-sal/>. (Acedido: 17.^a Setembro 2020)
 132. INSA. Detalhe alimento Salmão Cru [g / 100g]. 3 (2010). Disponível em: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/pdf?904>. (Acedido: 15.^a Outubro 2020)
 133. Feijó, D. O. Caracterização da pesca do Cerco na Costa Portuguesa. (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2013).
 134. INSA. Detalhe alimento Cavala Crua [g / 100g]. 3 (2010). Disponível em: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/pdf?904>.
 135. Bush, S. R. & Oosterveer, P. *Governing Sustainable Seafood. Governing Sustainable Seafood* (Routledge, 2019). doi:10.4324/9781315780429
 136. INSA. Detalhe alimento Sardinha Gorda Crua [g / 100g]. 3 (2010). Disponível em:

<http://portfir.insa.pt/foodcomp/food?19614>. (Acedido: 1.^a Outubro 2020)

137. *Despacho n.º 11418/2017 do Ministério das Finanças, Administração interna, Educação, Saúde, Economia, Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural e Mar.* (Diário da República, 2017).
138. Graça, P. *Estratégia para a redução do consumo de sal na alimentação em Portugal.* Direção Geral de Saúde (2013).
139. *Decreto-Lei n.º 25/2005 de 28 de Janeiro do Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas.* (Diário da República Portuguesa, 2005).